Innsbrucker Beiträge zur Fachdidaktik 3

Suzanne Kapelari, Florian Stampfer (Hg.)

Forschungsorientiertes Lernen im Biologie- und Mathematikunterricht

Ideen zur praktischen Umsetzung aus dem EU-Projekt mascil



innsbruck university press

Innsbrucker Beiträge zur Fachdidaktik 3



innsbruck university press

Suzanne Kapelari, Florian Stampfer (Hg.)

Forschungsorientiertes Lernen im Biologie- und Mathematikunterricht

Ideen zur praktischen Umsetzung aus dem EU-Projekt mascil

Suzanne Kapelari
Florian Stampfer
Institut für Fachdidaktik, Universität Innsbruck
AECC Biologie – Didaktik der Naturwissenschaften, Universität Wien



www.mascil-project.eu
Pädagogische Hochschule Freiburg 2016

Das Projekt mascil wurde vom 7. EU-Rahmenprogramm für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration unter der Nummer 320693 gefördert. Diese Publikation spiegelt ausschließlich die Sichtweisen der Autorinnen und Autoren wider, und die Europäische Kommission kann für jegliche Nutzung der enthaltenen Informationen nicht herangezogen werden.

Universität Innsbruck
1. Auflage

Layout: Florian Stampfer
www.uibk.ac.at/iup
ISBN 978-3-903122-72-7
DOI 10.15203/3122-72-7



Inhaltsverzeichnis

Vorwort

> „Mathematik und Naturwissenschaften haben nichts mit dem richtigen Leben zu tun.“
>
> „Man braucht Mathematik und Naturwissenschaften im Job nicht, es sei denn man wird Mathematiker oder Naturwissenschaftler!“

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

solche oder ähnliche Aussagen Ihrer Schülerinnen und Schüler dürften auch Sie schon gehört haben. Unter anderem liegt das wohl daran, dass junge Menschen die große Bedeutung von Mathematik und Naturwissenschaften für zahlreiche Situationen im Alltagsleben kaum kennen.

Der große Einfluss dieser Wissenschaften auf unsere Zukunft ist unbestreitbar, wenn man bedenkt, wie viele richtungsweisende Entscheidungen in gesellschaftlicher oder beruflicher Hinsicht auf der Grundlage mathematischer und/oder naturwissenschaftlicher Erkenntnisse getroffen werden. Als Beispiel seien Fragen der Energieversorgung und der Gesundheitsvorsorge genannt. Um zu entscheiden, wo Windkraftanlagen effizient eingesetzt oder ob Schutzimpfungen gegen Masern sinnvoll sind, brauchen wir verlässliche mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen. Im Leben jedes einzelnen Menschen spielen Mathematik und Naturwissenschaften eine immens wichtige Rolle. Um mündige Bürgerinnen und Bürger zu werden, müssen Lernende während ihrer Schulzeit erfahren, wie sie Erkenntnisse aus dem Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht in ihrem täglichen Leben anwenden können. Dadurch erleben sie diese Fächer als für sie persönlich relevant und entwickeln ihnen gegenüber eine positive Grundhaltung.

Dieses Buch unterstützt alle Lehrenden darin, forschungsorientiertes Lernen in den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften in den Unterricht einzubringen. Es enthält ausgearbeitete Unterrichtseinheiten und zeigt Querverbindungen zur Berufswelt auf.

Dieses Buch enstand im Rahmen des europäischen Projektes mascil (mathematics and science for life, 2013–2016), dessen Ziel es war, die Implementierung von forschungsorientiertem Lernen sowie Berufsbezügen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern. Im Rahmen von mascil wurden zahlreiche Unterrichts- und Fortbildungsmaterialien entwickelt sowie Fortbildungen in allen 13 Partnerländern durchgeführt. Als nachhaltige Maßnahmen des Projektes sind insbesondere die Einrichtung eines europäischen Netzwerkes von Fortbildungszentren und die Etablierung der internationalen Konferenzserie *Educating the educators* zu nennen. Sie widmet sich der Ausbildung von Lehreraus- und -fortbildnern und hat sich zum Ziel gesetzt, die Kooperation von Vertretern aus Forschung, Praxis und Politik zu fördern.

Ich möchte an dieser Stelle allen Partnern von mascil für ihr Engagement und für die konstruktive Zusammenarbeit danken.

Ich bin überzeugt, liebe Lehrerinnen und Lehrer, dieses Buch bietet Ihnen zahlreiche Informationen aus der Praxis sowie viele neue Ideen und Inspirationen für Ihre wichtige und wertvolle Arbeit mit Ihren Schülerinnen und Schülern.

Katja Maaß, Koordinatorin des EU-Projektes mascil

Dezember 2016

Konsortiumpartner von MASCIL

- Pädagogische Hochschule Freiburg, Deutschland: koordinierende Institution
- Foundation for Research and Technology Hellas, Griechenland
- Utrecht University, Niederlande
- University of Nottingham, Vereinigtes Königreich
- University of Jaén, Spanien
- University of Nicosia, Zypern
- National and Kapodistrian University of Athens, Griechenland
- Norwegian University of Science and Technology, Norwegen
- Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Deutschland
- Babes-Bolyai University, Rumänien
- University of Hradec Králové, Tschechische Republik
- Divulgación Dinámica SL, Spanien
- Hacettepe University, Türkei
- Vilnius University, Litauen
- Universität Innsbruck bzw. Universität Wien, Österreich
- Universität Münster, Deutschland
- Institute of Mathematics and Informatics at the Bulgarian Academy of Science, Bulgarien

Kapitel 1

Forschungsorientiertes Lernen im Biologieunterricht

1.1 Einleitung

S. Kapelari

Wunder(lehr)mittel Soja

Die Sojabohne ist weltweit eine der wichtigsten wirtschaftlich genutzten Hülsenfrüchte. Die Kulturpflanze hat nicht nur Bedeutung für die menschliche Ernährung und ist Grundlage vieler Lebensmittel. In der Masttierhaltung ist Soja aufgrund seines hohen Eiweiß- und Fettgehaltes als Futtermittel nicht mehr wegzudenken und auch bei der Erzeugung von Biokraftstoffen wird Soja eingesetzt. Die Nachfrage nach Soja und Sojaprodukten steigt stetig. Die Ausweitung der Anbauflächen in Südamerika nimmt rasant zu; nicht selten ist dies mit der Zerstörung tropischer Regenwälder, die zu den am meisten gefährdeten Landökosystemen der Erde zählen, verbunden. Im Kontext des Sojaanbaus werden mögliche Umweltrisiken durch den großflächigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und gentechnisch veränderten Organismen sowie die Einflussnahme menschlicher Aktivitäten auf den Klimawandel diskutiert. Gesellschaftliche Herausforderungen wie die Verteilung von Ressourcen und die immer größer werdenden Unterschiede zwischen Arm und Reich begleiten diese Diskussion.

Kompetenzorientierter Biologieunterricht

Die globale Sojaproduktion ist eines von vielen Themen, die in unterschiedlichem Ausmaß Bezüge zu den Lehrstoffinhalten des Biologieunterrichts herstellen können und gleichzeitig eine hohe gesellschaftliche Relevanz besitzen. Hier geht es nicht alleine darum, biologisches Fachwissen zu vermitteln, sondern auch gesellschaftliche Wertsysteme zu erkennen und zu hinterfragen.

Der österreichische Lehrplan der AHS Oberstufe greift diesen Gedanken auf und führt für das Fach Biologie und Umweltkunde im Kompetenzbereich „Standpunkte begründen und reflektiert handeln" der Handlungsdimension folgendes Ziel an: „Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für das Individuum und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln" (BMB 2016, S. 75). Nach einer Studie von Steffen und Hößle (2015) beinhaltet „die Integration von Thematiken, durch welche sich Kompetenzen der Bewertung erwerben und fördern lassen, für Lehrkräfte der Biologie größere Schwierigkeiten" (S. 156). Diese Unsicherheit führt dazu, dass Aufgabenstellungen, die ethisches Bewerten zur Folge haben, häufig nicht in den Unterricht integriert werden. Obwohl „die Förderung von Bewertungskompetenz als wichtig für die individuelle Entwicklung der Lernenden angesehen wird, wird diese in der unterrichtlichen Praxis jedoch offensichtlich nicht in entsprechendem Ausmaß berücksichtigt" (S. 167). Das vorgestellte Unterrichtsangebot möchte hier Anregungen liefern, wie das gesellschaftlich hoch kontrovers diskutierte Thema „Sojaproduktion- und -verbrauch" in den Unterricht schrittweise integriert werden kann, um dadurch jenes Grundlagenwissen aufzubauen, das eine evidenzbasierte Diskussion überhaupt erst ermöglicht.

Kumulatives Lernen

Nicht nur Schülerinnen und Schüler, sondern alle Menschen, die überlegt Entscheidungen treffen möchten, stehen immer wieder vor der Herausforderung, Informationen, die von unterschiedlichen Medien angeboten werden, auf ihre Verlässlichkeit hin zu prüfen und herauszufinden, ob eine Information auf einer seriösen Grundlage fußt. Sich Wissen anzueignen, das nötig ist, um „autonom" und kritisch denken und entscheiden zu können, ist ein sehr aufwändiger Prozess. Kompetenzorientierter Schulunterricht verfolgt das Ziel, systematisch so eine Basis zu schaffen.

Gerade bei einem so komplexen, vielschichtigen Thema wie das der Sojaproduktion und -verwendung ist es wichtig, schon früh mit dem Erwerb grundlegenden Wissens über Sojabohnen zu beginnen und immer wieder das bereits bestehende Wissen dafür zu nützen, um im entsprechenden Rahmen das Bewerten von Informationen und das Treffen von Entscheidungen zu üben. Erst dadurch wird kompetenzorientierter Unterricht überhaupt möglich, der das ethische Bewerten von Inhalten zum Ziel hat. Schülerinnen und Schüler erst in der 11. Schulstufe aufzufordern, einmal schnell im Internet zu recherchieren und sich eine Meinung zu bilden, die dann im Klassenverband diskutiert wird, greift unserer Meinung nach einfach zu kurz. Unsere Erfahrung hat uns gezeigt, dass dann häufig nicht überlegt und evidenzbasiert argumentiert, sondern „aus dem Bauch heraus" diskutiert wird. Es stellt sich hier die Frage, welche Kompetenzen dadurch erworben werden. Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien sollen erste Schritte aufzeigen, wie man einen Organismus systematisch dazu nützen kann, Grundlagenwissen und methodische Fähigkeiten für späteres ethisches Bewerten von komplexen Sachverhalten aufzubauen und dabei ohne Einschränkungen dem österreichischen Lehrplan der Sekundarstufe I und II gerecht wird (siehe Abbildung 1.1 und 1.2).

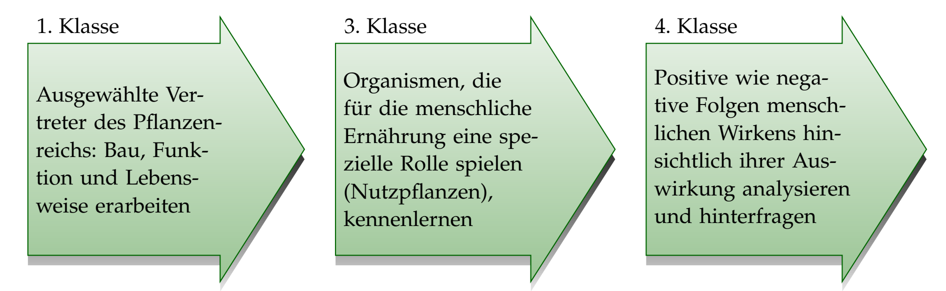


Abb. 1.1: Lehrplanbezug in der Sekundarstufe I (vgl. BMUK 2000)

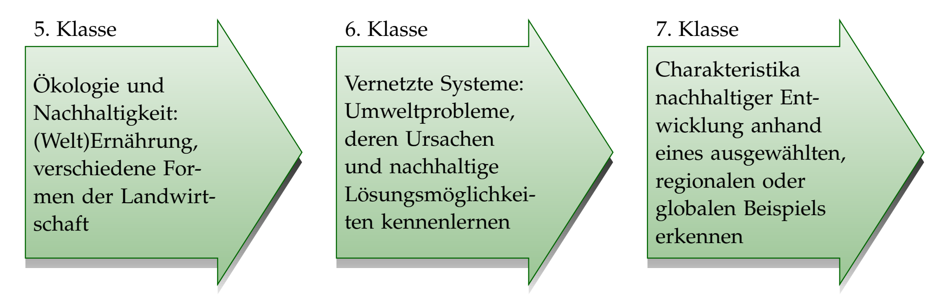


Abb. 1.2: Lehrplanbezug in der Sekundarstufe II (vgl. BMB 2016)

Die Abfolge des Einsatzes der hier vorgestellten Arbeitsmaterialien (siehe Abbildung 1.3) ist ein Vorschlag, der sich am oben erwähnten Lehrplan orientiert, sollte aber auch entsprechend variiert und ergänzt werden.

Das Erstellen eines Steckbriefs zur Sojabohne am Beginn dient dazu, den Organismus in seinen charakteristischen Eigenschaften kennenzulernen und ein Lernprodukt herzustellen, das in weiterer Folge als Grundlage für die folgenden Bewertungsprozesse herangezogen werden kann. Im Rahmen eines kleinen Rollenspiels wird dieses Wissen von Agrarberaterinnen und Agrarberatern eingesetzt, um eine Entscheidung für künftige Produktionsschwerpunkte der Landwirtschaft „Brenner" treffen zu können. Es muss also nicht gewartet werden, bis sich die Schülerinnen und Schüler ein umfassendes Wissen über Soja angeeignet haben (AHS 7. und 8. Klasse). Erste einfache Entscheidungsprozesse können schon auf dem Weg dorthin in einem kleinen, überschaubaren Rahmen geübt werden.

Die Auswahl der Lernumgebung orientiert sich an den Zielen des EU-Projektes MASCIL und spricht unterschiedliche Berufsgruppen an, die im entsprechenden Kontext Wissen über Soja generieren (Ernährungswissenschaftlerinnen, Diätologen, Argarwissenschaftlerinnen, Pflanzenphysiologen, Molekuarbiologinnen, Ökologen etc.) oder gefordert sind, dieses Wissen für ihre überlegten Entscheidungen heranzuziehen (Vertreterinnen von Umweltschutzvereinen, Händler, Bäuerinnen, Lehrer, Köchinnen, Eltern, Entscheidungsträger in der Gemeinde etc.).

Forschungsorientiertes Lernen im Unterricht verwirklichen

Die von der EU innerhalb des 7. Rahmenprogramms geförderten Bildungsinitiative *Science in Society* sollte forschungsorientiertes Lernen (*inquiry-based learning*) als wesentlichen Teil des Unterrichts europaweit festigen.

Forschungsorientiertes Lernen ist ein im Kontext des Schulunterrichts verwendeter „Schirmbegriff", der für unterschiedliche fachdidaktische Vorgehensweisen verwendet wird und per se nichts über die Qualität des Angebotes aussagt. Ganz allgemein zielt forschungsorientiertes Lernen darauf ab, den Erwerb von Fachwissen und methodische Fähigkeiten und Fertigkeiten zu unterstützen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht liegt der Fokus dabei häufig auf dem Experimentieren.

Als didaktisches Prinzip sind die Aktivitäten, die Lernende dabei durchlaufen, also nicht mit naturwissenschaftlicher Forschung gleichzusetzen. Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden. Es wird (in den meisten Fällen) nicht von ihnen erwartet, dass sie wissenschaftlich forschen. Ihnen sollte aber auch nicht suggeriert werden, dass sie das tun.

Da es nicht die eine naturwissenschaftliche Vorgangsweise gibt, ist es gerade beim forschungsorientierten Lernen wichtig, Schülerinnen und Schüler darauf explizit aufmerksam zu machen, an welcher „Forschungsdisziplin" sich die gewählte Vorgangsweise orientiert. Ein Physiker arbeitet anders als eine Molekularbiologin, eine Chemikerin anders als ein Verhaltenbiologe.

Naturwissenschaftliche Forschung ist kein linearer oder zyklischer, sondern ein hoch variabler und kreativer Prozess, der der Prämisse von Reproduzierbarkeit folgt. Er geht immer von einer Frage oder Beobachtung aus und greift immer auf bereits bestehendes Wissen zurück. Wissenschaftliche Forschung dient dazu, neues Wissen zu generieren und dadurch Lücken in bereits Vorhandenem zu schließen. Forschungsorientiertes Lernen dient meistens dazu, bereits bekanntes Wissen erfahrbar und verständlich zu machen.

Während es zu Beginn oft wichtig ist, einzelne Schritte des Vorgehens explizit in eine Reihenfolge zu bringen und Lernende dabei zu unterstützen, die Qualität ihres Vorgehens systematisch weiterzuentwickeln (*guided inquiry* – geleitetes Vorgehen), wird es mit zunehmendem Wissen und Können der Schülerinnen und Schüler wichtig sein, diese zunehmend selbstständig arbeiten zu lassen. Sie sollen eigenständig bestehendes Wissen recherchieren, ihr eigenes Vorgehen strukturieren und umsetzen sowie die Ergebnisse vor dem Hintergrund bereits vorhandenen Wissens diskutieren.

> Expertise im Verständnis von naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen zeigt sich durch …
>
> - zunehmende **Strukturiertheit** in der Vorgangsweise, die auf dem Wissen beruht, welche Forschungsparadigmen einer bestimmten Disziplin zugrunde liegen,
> - zunehmendes **Fachwissen**, das in den Erkenntnisprozess integriert wird,
>
> … bei gleichzeitiger Zurücknahme der Hilfestellungen, die vom Lehrenden angeboten werden.

Systematisch angeleitetes forschungsorientiertes Lernen, das Schülerinnen und Schüler darin unterstützt, trotz zunehmender Eigenverantwortung im Vorgehen qualitativ hochwertige Erkenntnisprozesse zu durchschreiten, hat ein großes Potential, ihnen bei der Entwicklung jener Kompetenzen zu helfen, die es ihnen möglich machen, am Ende der Sekundastufe II eine vorwissenschaftliche Arbeit erfolgreich zu verfassen.

Jiang und McComas (2015) konnten zeigen, dass weder absolut offenes (*open inquiry*) noch stark vorgegebenes (*structured inquiry*) forschungsorientiertes Lernen positive Lerneffekte erzeugt. Ideal ist wie immer ein Mittelweg, der sich am aktuellen Wissen und Können der Lernenden orientiert und so viel Anleitung wie nötig und so viel Freiheit wie möglich gibt.

Erste Aspekte des forschungsorientierten Lernens werden im Rahmen der MASCIL-Reihe „Soja“ zu Beginn mit Keimversuchen und dem Variieren von Umweltfaktoren während der Anzucht von Sojapflanzen geübt. Hier ist es wichtig explizit herauszuarbeiten, welche Faktoren konstant gehalten und welche variiert werden sollen. Das Planen und Führen eines Protokolls soll hier explizit geübt werden.

Die Experimente zum Nachweis ausgewählter Inhaltsstoffe können für Fortgeschrittene so variiert werden, dass sowohl das Planen des Forschungsdesigns als auch die Durchführung ohne Unterstützung durch die Lehrperson möglich ist. Schülerinnen und Schüler sollen auch recherchieren, auf welcher chemischen Grundlage die Nachweismethoden funktionieren und welche Aussagen man mit ihrer Hilfe treffen und welche man nicht treffen kann.

Forschungsorientiertes Lernen geht immer von einer Frage, die es zu beantworten, oder einem Problem, das es zu lösen gilt, aus. Meist kann die Antwort/Lösung auf verschiedene Weise gefunden und unterschiedliche Lösungswege beschritten werden. Die Vorgangsweise muss aber einer nachvollziehbaren Logik folgen und in sich schlüssig begründbar sein.

In Hinblick auf das Fördern von Bewertungskompetenz ist es wichtig, die Verlässlichkeit der so gewonnenen Daten zu diskutieren und das methodische Vorgehen bei der Analyse und Interpretation der Daten kritisch zu hinterfragen. Sehr häufig wird gerade dieser Phase des forschungsorientierten Lernens in der unterrichtlichen Praxis weniger Zeit eingeräumt als dem praktischen Generieren von Daten (Demir und Abell 2006). Das liegt wohl darin begründet, dass Schülerinnen und Schüler sich gerne aktiv an den Versuche im Sinne des Erzeugens eines Phänomens beteiligen. Das Protokollieren der Ergebnisse wird hingegen als weniger spannend empfunden. Schlüsse aus

den gewonnenen Daten zu ziehen, ist mitunter kognitiv nicht nur für die Schülerinnen und Schüler, sondern auch für die Lehrenden sehr anspruchsvoll.

Rollenspiele im Unterricht

Das Rollenspiel ist nach Meyer (1987) eine komplexe Methode zur Aneignung gesellschaftlicher Wirklichkeit (S. 358). Die angebotenen Rollenspiele bieten den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, Bewertungsprozesse, die immer vom sozialen Umfeld beeinflusst werden, in einer vereinfachten, der realen Arbeits- und Entscheidungswelt nachempfundenen Umgebung zu üben. Die Lernenden müssen entweder selbst gewählte oder ihnen zugeteilte Rollen übernehmen, sich mit dem Wissen, den Meinungen, Gefühlen und Haltungen dieser Rolle auseinandersetzen und mit ihrer eigenen Persönlichkeit und ihrem eigenen Wissen in Verbindung bringen.

Speziell im Rollenspiel, das in der 11. Schulstufe angeboten werden kann, führen die unterschiedlichen Ziele und Interessenslagen der handelnden Personen zu Konflikten, die es auszudiskutieren gilt. Die Lernenden durchlaufen eine mehr oder weniger rollenspezifische Meinungsbildung und entwickeln Strategien, wie sie die Interessen ihrer Rolle so erfolgreich wie möglich durchsetzen können. Das Spielergebnis sollte zu einer Kompromissfindung führen, die die Interessenlagen der unterschiedlichen *stakeholder* so weit wie möglich berücksichtigt.

Das Rollenspielsetting kann deutlich machen, wie sehr die eigene Meinung von der der anderen beeinflusst wird, wie wichtig es ist, gute und vor allem stichhaltige Argumente in die Diskussion einzubringen, um auch wirklich gehört zu werden bzw. den Meinungsbildungsprozess mitgestalten zu können. Es wird aber auch deutlich, dass nicht immer das bessere Argument zählt, sondern es häufig ausschlaggebend ist, wer ein Argument wie vorbringt. Hier kommt das Rollenspiel der Realität sehr nahe. Beim Durchführen von Rollenspielen ist es wichtig, der Einleitung und dem Abschluss (*debriefing*) ein besonderes Augenmerk zu schenken. Die Einleitung ist weichenstellend dafür, wie sehr sich die Mitspieler in ihre Rolle einlassen und diese auch annehmen können. Das *debriefing* muss genau das Gegenteil bewirken und die Schülerinnen und Schüler darin unterstützen, die Rollen aktiv zu verlassen und die anderen Schülerinnen und Schüler wieder als Personen, die sie sind

und nicht mehr als die Rolle, die sie verkörpert haben, zu betrachten. Gerade wenn sehr emotional gespielt wird, ist es wichtig, diese Emotionen noch einmal anzusprechen und den Darstellenden die Gelegenheit zu geben, über das Erlebte nachzudenken.

Das Unterrichtsmaterial im Überblick

Wunder(lehr)mittel Soja eignet sich hervorragend für einen schulstufenübergreifenden Unterricht. Angesprochene Inhalte können aber in allen Schulstufen in den Unterricht integriert werden (siehe Abbildung 1.3).

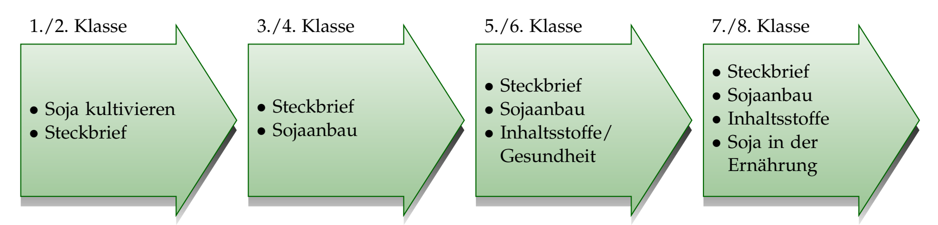


Abb. 1.3: Vorschlag zum Einsatz der Unterrichtsbeispiele im Verlauf der Sekundarstufe

Die Materialien sind in vier Module gegliedert:

- Steckbrief Soja
- Sojaanbau
- Inhaltsstoffe der Sojabohne
- Soja in der Ernäherung

Steckbrief Soja

Durch das Planen und Umsetzen von Experimenten zum Wachstum der Sojabohne sollen die Schülerinnen und Schüler die Sojabohne kennenlernen.

Ausgehend von der Frage „Wie wächst Soja und welche wachstumsbeeinflussenden Faktoren sind erkennbar?“ werden Überlegungen angestellt, welche Faktoren einen Einfluss haben können (Hypothesen). Aufbauend auf ein vermutetes Wirkmodell und das bereits bestehende Wissen über Pflanzenwachstum werden Vermutungen über einen kausalen Zusammenhang abgeleitet.

Es wird also angenommen, dass eine ursächliche Bedingung (unabhängige Variable, z. B. Wasser, Licht, CO_2, Nährstoffe) für die Entstehung oder Veränderung eines Phänomens (abhängige Variable, z. B. Wachstum der Sojapflanzen) verantwortlich ist. Als Grundlage für dieses Experiment müssen also die differenzierbaren Aspekte eines Phänomens (Zunahme der Blättchen-Anzahl, Zunahme der Sprosslänge, Zunahme der Blättchen-Oberfläche etc.) identifiziert, operationalisiert und beobachtet/gemessen werden. Das heißt, es sollte gemeinsam überlegt werden, wie das vonstattengehen kann (Maßband, Ellipsenrechner, wo muss gemessen werden etc.).

Unabhängige Variablen werden also aktiv aber kontrolliert manipuliert. Unabhängige Variablen können sein: der Nährstoffgehalt des Bodens (z. B. verschiedene Komponenten wie Sand, Humus etc. in unterschiedlicher Mengenverteilung), die Wasserversorgung, das Lichtangebot, die Menge an Beikräutern etc. Wichtig ist es, eine Kontrollgruppe/Vergleichsgruppe unter gegebenen Bedingungen (Gleichhalten potentiell einflussreicher Drittvariablen, konfigurierte Variablen) mitlaufen zu lassen. So können beispielsweise gleiche Töpfe mit der gleichen Menge an Substrat gefüllt werden. Das Substrat der Kontrollgruppe ist Sand (enthält keinen Humus und damit auch keine Nährstoffe), in den Testansätzen 1–3 wird Humus beigegeben und der Anteil desselben variiert. Wasserversorgung und Lichtversorgung bleiben für alle vier Ansätze gleich.

Einen komplexeren Versuchsansatz, der mehrere Einflussfaktoren testet, systematisch zu planen, braucht Zeit. Das Ausmaß an Unterstützung, das die Schülerinnen und Schüler dabei brauchen, hängt von den Erfahrungen ab, die sie schon im Planen und Durchführen von Versuchen haben. Konstruktives Feedback von der Lehrperson ist mitunter sehr hilfreich – man muss nicht immer das Rad neu erfinden.

Sojabohnen wachsen schnell. Der Wachstumsprozess sollte mindestens vier Wochen dokumentiert und anschließend ausgewertet werden. Sojabohnen sind Tiefwurzler. Ideal ist es, sie nach dieser Zeit in ein (Hoch)beet auszupflanzen.

Abschließend sollten die Schülerinnen und Schüler den Steckbrief zur Sojabohne erstellen. Wir empfehlen, sie darauf hinzuweisen, dass dieser Steckbrief später wieder benötigt wird.

Sojaanbau

In einem Beratungsgespräch (Rollenspiel) soll der fiktive Landwirt „Brenner" über die Vor- und Nachteile des Sojaanbaus aufgeklärt werden. Die Schülerinnen und Schüler können nun auf das Wissen, das sie in ihrem Steckbrief zu Soja festgehalten haben, zurückgreifen und weitere Informationen recherchieren. Die Agrarexpertinnen und -experten beraten anschließend in einem kleinen Rollenspiel den Landwirt „Brenner", der sich überlegt, seinen Hof auf Sojaproduktion umzustellen. Dazu steht gegebenenfalls auch ein Rechenprogramm zu Verfügung, das in der Landwirtschaft zur Kalkulation wirtschaftlicher Grundlagen herangezogen wird.

Inhaltsstoffe der Sojabohne

Das Testen der Inhaltsstoffe kann sowohl in der Unterstufe als auch in der Oberstufe erfolgen. Ältere Schülerinnen und Schüler, die schon Chemieunterricht genossen haben, können die Funktionsweise der chemischen Nachweisverfahren leichter verstehen. Sie sollen dahingehend angeregt werden eigene Fragestellungen zu formulieren und diese mithilfe des Nachweisverfahrens zu beantworten. Jüngere Schülerinnen und Schüler können die Inhaltsstoffe der Sojabohne durch angeleitete Versuche erarbeiten.

Soja als Nahrungsmittel

Das abschließende Rollenspiel soll dazu beitragen, über die gesellschaftliche, gesundheitliche und wirtschaftliche Bedeutung von Soja als Nahrungs- und Tierfuttermittel nachzudenken und sich eine eigene Meinung zu bilden. Hierbei wird in einer fiktiven Gemeinde im Osten von Österreich ein neuer Versorger für den Kindergarten gesucht. Im Mittelpunkt der Diskussion steht dabei die Entwicklung einer Pro- und Contra-Liste, die dazu dienen soll, im Gemeinderat die Entscheidung zu treffen, ob der Mittagstisch des Kindergartens in Zukunft auf sojareiche vegetarische Kost umsteigen soll.

Wir empfehlen, neben den auf den Seiten 83–90 ausgearbeiteten Rollenkarten auch zusätzliche, von den Schülerinnen und Schüler vorgeschlagene Rollen ins Spiel mitaufzunehmen. Die Schülerinnen und Schüler können dann das Profil der einzelnen Rollen und – wie für die vorgegebenen Rollen auch

– deren Wissensbasis selbst erarbeiten. Aktuell wird zum Beispiel von Ernährungswissenschaftlerinnen und Ernährungswissenschaftlern vegetarische bzw. vegane Ernährung von Kleinkindern diskutiert – hier mag es für einige spannend sein, sich dieser Thematik zu widmen.

Die ausgearbeiteten Rollen stellen nur eine kleine Auswahl der Möglichkeiten dar und sollen mehr als Anregung und weniger als Anleitung dienen. In weiterer Folge sind die ausgearbeiteten Arbeitsblätter und Unterlagen für Lehrende mit Links versehen, über die Kopiervorlagen bezogen werden können. Allen Aufgaben ist eine englische Version der Problemstellung beigefügt, um den Einsatz im englischsprachigen Biologie- und Umweltkundeunterricht zu ermöglichen.

Literatur

Bundesministerium für Bildung (BMB) (2016). *Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung, mit der die Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen geändert wird*. URL: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=BgblAuth&Dokumentnummer=BGBLA_2016_II_219 (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK) (2000). *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen*. URL: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000_133_2/2000_133_2.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Demir, A. und S. Abell (2006). "Alternative Certification Science Teachers' Understanding and Implementation of Inquiry-based Instruction in their Beginning Years of teaching". Dissertation. Faculty of the Graduate School University Of Missouri-Columbia, USA. URL: https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/4347/research.pdf?sequence=3 (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Jiang, F. und W. F. McComas (2015). "The effect of Inquiry Teaching on Student Science Achievement and Attitudes: evidence from Propensity Score Analysis of Pisa Data". In: *International Journal of Science Education* 37 (3), S. 554–576.

Meyer, H. (1987). *Unterrichts-Methoden, II: Praxisband*. Deutsch. 14. Auflage. Frankfurt am Main: Cornelsen.

Steffen, B. und C. Hößle (2015). "Diagnose von Bewertungskompetenz durch Biologielehrkräfte-Negieren eigner Fähigkeiten oder Bewältigen einer Herausforderung?" In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21, S. 155–172.

1.2 Broschüre

J. Varga, W. Lindner, M. Scheuch, I. Wenzl, S. Kapelari

1.2.1 Einleitung

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat 2016 zum Jahr der Hülsenfrüchte erklärt. Die entsprechende Resolution weist dabei auf die überragende Bedeutung dieser Kulturpflanzen für die Ernährung der Menschen und ihrer Nutztiere hin, betont die Bedeutung für eine gesunde Ernährung und wegen ihrer stickstoffbindenden Eigenschaften auch für die Bodenfruchtbarkeit. Soja ist weltweit die bei weitem wichtigste wirtschaftlich genutzte Leguminose.

Die Thematik ist daher ganz besonders geeignet, unterschiedliche biologische Fragestellungen miteinander zu verknüpfen und in Beziehung zur Lebenswirklichkeit zu setzen. Naturwissenschaftliches, forschungsorientiertes Lernen kann dabei verbunden werden mit Fragen der Globalisierung und des Lebensstils: Der hohe Fleischkonsum der industrialisierten Welt kann nur durch die Produktion von Soja aufrecht erhalten werden. Kostengünstiges Fleisch ist nur aufgrund von Massenproduktion und damit auch nur durch großflächigen Anbau von Soja möglich.

Das Thema vertieft vorhandenes Wissen, insbesondere über die Photosynthese und über Nährstoffkreisläufe: Die Bedeutung von Stickstoffverbindungen für das pflanzliche Wachstum kann hier ebenso aufgegriffen werden wie die Möglichkeiten der Stickstoffdüngung im konventionellen und biologischen Anbau. Soja eignet sich weiters ganz besonders dazu, die Themenkomplexe „physiologisches und ökologisches Optimum“ anzusprechen und zu vertiefen. Temperatur, Wasserversorgung und Bodenstruktur als abiotische Faktoren beeinflussen das Wachstum: Die Auswirkungen können in Versuchsanordnungen untersucht und in Beziehung zu möglichen Anbaugebieten gesetzt werden. Die Bedeutung von Symbiosen (Knöllchenbakterien) kann ebenso veranschaulicht werden wie das Thema Konkurrenz: Soja ist relativ konkurrenzschwach gegenüber Beikräutern – auch dies kann in Versuchsanordnungen gut beobachtet werden.

Das naturwissenschaftliche Verständnis für diese Fragestellungen ermöglicht eine differenzierte Sichtweise und ist Grundlage für eine fundierte Auseinandersetzung mit den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Konsequenzen des globalen Sojaanbaus:

- Erst die Fähigkeit zur Symbiose ermöglicht es der Pflanze, große Mengen an Eiweiß zu produzieren. Stickstoffdünger als wichtiger Kostenfaktor in der Landwirtschaft fällt weitgehend weg.
- Die starke Abhängigkeit von Temperatur und Wasserversorgung bei Soja stellt ein erhebliches Risiko für die Landwirtschaft dar.
- Die Konkurrenzschwäche erfordert eine wirksame Beikrautbekämpfung. Die mechanische Bekämpfung im biologischen Landbau ist arbeitsintensiv. Auf sehr großen Flächen ist daher nur die chemische Bekämpfung wirtschaftlich.
- Kulturen mit herbizidresistenten Pflanzen können noch effizienter behandelt werden; dies begründet den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen.

Vor diesem Hintergrund eignet sich die Thematik sehr gut zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit, insbesondere mit Geografie und Wirtschaftskunde, aber auch mit politischer Bildung. In den Sprachunterrichtsfächern können die gesellschaftlichen und ethischen Fragestellungen aufgegriffen werden.

Nicht zuletzt steht Soja in enger Verbindung mit Aspekten des ökologischen Fußabdruckes, mit Fragen des Lebensstils. Hier ist Soja in zweifacher Hinsicht nahezu ein Symbol: zum einen als umweltschonende Alternative zum Fleischkonsum, als Symbol für vegetarische Lebensweise, zum anderen für das Gegenteil – als Voraussetzung für den exorbitant hohen Fleischkonsum.

Forschungsorientiertes Lernen braucht lebensnahe Fragestellungen, braucht Relevanz und Irritationen, die Neugierde fördern. Kaum ein Thema über Ernährungs- und Konsumgewohnheiten ist so nahe am eigenen Lebensstil und gleichzeitig von so globaler Dimension.

1.2.2 Die Sojabohne

Die Sojabohne (*Glycine max*) gehört zur Familie der *Fabaceae* und wird aufgrund ihres hohen Ölgehalts (ca. 20 %) als Ölpflanze geführt (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Leguminosen sind ideale Eiweißlieferanten und können durch ihre Symbiose mit Knöllchenbakterien an den Wurzeln den atmosphärischen Stickstoff binden (Krumphuber u. a. 2014). Daher sind sie von

großer Bedeutung in der Land- und Tierwirtschaft. Die Sojabohne wächst buschig und wird bis zu einem Meter hoch. Ihre gelben, grauen oder braunen bis schwarzen Hülsen sind behaart und enthalten bis zu fünf Samen. Die Samen variieren je nach Sorte in Form, Größe und Farbe (Massholder 2014).

Soja ist eine sehr wärmeliebende und frostempfindliche Kurztagpflanze und sollte daher in Gebieten gepflanzt werden, in denen selten Spätfröste auftreten. Die optimale Keimtemperatur liegt bei 10 °C, die optimale Wachstumstemperatur bei 20 °C. Während der Blüte und in der Phase der Kornfüllung von Mitte Juli bis August reagiert sie empfindlich auf Wassermangel. Des Weiteren sollte man bei der Standortbestimmung beachten, dass der Boden schnell erwärmbar, locker, tiefgründig, mittelschwer und humos ist und einen pH-Wert von 6–7 aufweist. Bei leichteren oder sandigen Böden muss die Möglichkeit der Bewässerung gegeben sein.

Knöllchenbakterien gehen mit Leguminosen eine Symbiose ein. Da Soja aus Asien stammt, gehen die Knöllchenbakterienarten, die in Österreich natürlich in den Böden vorkommen, mit ihr keine Symbiose ein. Somit sollte man zumindest beim Erstanbau auf einem Sojafeld eine Impfung mit Knöllchenbakterien der Art *Bradyrhizobium japonicum* durchführen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Eine funktionierende Knöllchenbakterienimpfung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Sojaanbau. Erst nach mehrmaligem Anbau auf einer Fläche besteht eine „natürliche Bodeninfektion“ mit „sojaaffinen“ Bakterienstämmen, sodass man dann auf eine Impfung des Saatgutes verzichten kann (siehe Abschnitt Anbau, S. 36) (Krumphuber u. a. 2014).

Exkurs: Stickstoff in der Landwirtschaft
Stickstoff ist in der Luft reichlich enthalten (ca. 80 %), der für Pflanzen jedoch nicht verfügbar ist. Nur als Ammonium- oder Nitratverbindungen kann Stickstoff in die Zelle eingebaut werden. Diese Verbindungen gelangen über folgende Wege in den Boden:

- durch organische Düngung: abgestorbene Pflanzen, Tierkot, Harn
- durch Blitzschlag: Elektrische Entladungen erzeugen Nitrate, diese gelangen mit dem Regen in den Boden.
- durch Abgase: Stickoxide entstehen bei Verbrennungsprozessen.
- durch synthetische Dünger
- durch Bakterien: Schmetterlingsblütler (Leguminosen) leben in Symbiose mit Knöllchenbakterien, die in der Lage sind, Stickstoff aus der Luft zu nutzen (Spiegel 2012).

1.2.3 Soja – eine lange Geschichte

Die Sojabohne stammt von der Wildform *Glycine soja* ab und wurde das erste Mal namentlich 2838 v. Chr. in Asien erwähnt. Ihren Siegeszug nach Europa begann sie im 17. Jahrhundert, wobei sie erst im 19. Jahrhundert auf anderen Kontinenten neben Asien angebaut wurde. Wegbereiter für den Sojaanbau war Friedrich Haberlandt, Professor für Pflanzenbau an der Hochschule für Bodenkultur in Wien. Er lernte im Rahmen der Weltausstellung in Wien 1873 die Sojabohne kennen und startete Anbauversuche im heutigen österreichischen Staatsgebiet und Umland. 1878 zog er bereits den Schluss, dass Sojaanbau vor allem in jenen Regionen geeignet ist, wo Mais gepflanzt wird. Nach seinem Tod kamen die Anbauversuche im Habsburgerreich zum Erliegen. Die Sojabohne wurde jedoch als Haberlandt-Bohne bzw. in Frankreich als *Haricot Haberlandt* bekannt. In den USA wurden weitere Versuche basierend auf Haberlandts Forschungen durchgeführt. Unter anderem interessierte sich auch Henry Ford für die Sojabohne und ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Er war es, der aus Soja Plastikteile fürs Auto, Kühlschränke, Badewannen, Toiletten und Haushaltsgeräte herstellte (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Kurz vor dem Ersten Weltkrieg wurden in Europa Lebensmittel aus Soja hergestellt und es kam nach und nach zum erweiterten Einsatz von Soja. Zwischen den Weltkriegen gewann der Sojaanbau an Bedeutung, das Aminosäureprofil wurde identifiziert. Soja wurde zum begehrten Viehfutter sowie zur Rohstoffquelle für die Industrie (Öl). Die direkte menschliche Ernährung spielte kaum eine Rolle. In Deutschland strebten die Nationalsozialisten nach Autarkie in der Nahrungsmittelversorgung, wobei die „Nazibohne“ (Drews 2004) die menschliche Ernährung sichern sollte.

Nach Ende des Zweiten Weltkriegs kam der Sojabohne aufgrund ihrer ernährungsphysiologischen Vorzüge große Bedeutung zu. Erst mit Einsatz des Wirtschaftsaufschwungs ging das Interesse an der Bohne wieder zurück, bis Mitte der 1970er Jahre der Sojaanbau wieder boomte. Als Auslöser galten damals die Verknappung von Eiweißfuttermitteln und der steigende Preis für Sojaschrot in den USA, woraufhin eine höhere Selbstversorgungsrate in Europa angestrebt wurde (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Der rezente weltweite Sojaboom ist auf die Nachfrage nach billigem Fleisch sowie nach Agrotreibstoffen zurückzuführen. Die effiziente großtechnische Produktion ist untrennbar mit der gentechnischen Veränderung dieser uralten Kulturpflanze verbunden. Weiters kam es im Zuge der Mais- und BSE-

Krise zu einer erhöhten Sojaverwertung. Seit dem Verbot des Verfütterns von Fleisch- und Knochenmehl an Nutztiere kommt vermehrt Sojamehl und Sojaschrot zum Einsatz (Mirkes 2013; Stocker 2012).

1.2.4 Weltmarkt

Die Bedeutung der Sojabohne hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen und verursacht weltweit die größten Handelsströme (Stocker 2012). Seit 1961 hat sich die Anbaufläche weltweit vervierfacht und die Produktion ums Zehnfache gesteigert (siehe Abbildung 1.4). Insgesamt werden heute auf einer Fläche von 1 Mio. km^2 Sojabohnen angebaut – das entspricht der Gesamtfläche von Frankreich, Deutschland, Belgien und den Niederlanden zusammen (WWF Deutschland 2014).

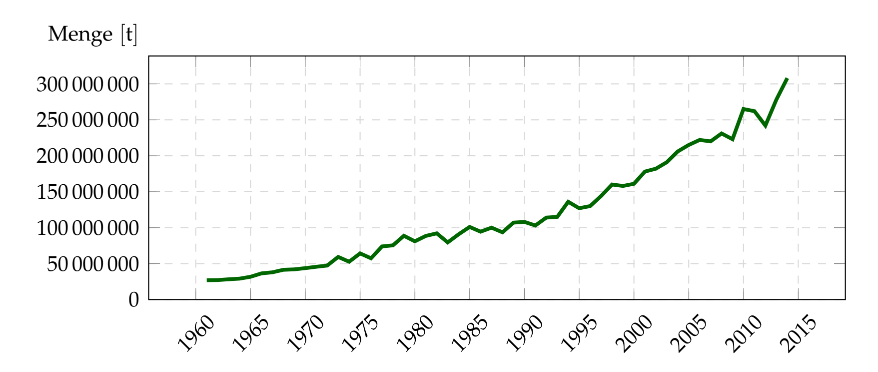


Abb. 1.4: Entwicklung der weltweiten Sojaproduktion von 1961 bis 2014 (Daten aus FAO 2016)

Zurzeit sind der größte Sojaproduzent die USA, gefolgt von Brasilien, Argentinien, China, Indien, Paraguay, Kanada (siehe Abbildung 1.5). In Europa stellt die Ukraine das Land mit der größten Sojaproduktion dar, gefolgt von Russland. Die Länder mit dem größten Sojabohnen-Export sind Brasilien, USA und Argentinien, jene mit dem größten Import China, die EU und Mexiko.

Der zunehmende Fleischkonsum ist die Hauptursache für die kontinuierliche Ausweitung des Sojaanbaus. Etwa drei Viertel der weltweiten Sojaproduktion werden in der Tierfütterung eingesetzt, vor allem in der Geflügel- und Schweinehaltung. Von 1967 bis 2007 stieg die Produktion von Schweinefleisch um 294 %, von Eiern um 353 % und von Geflügelfleisch um 711 %;

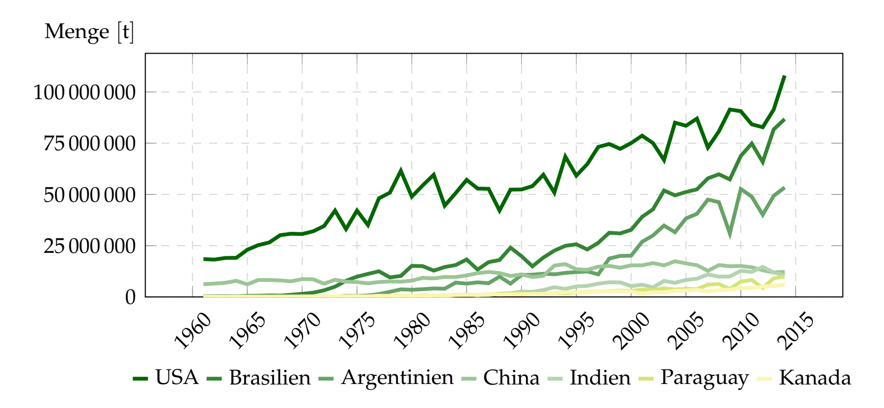


Abb. 1.5: Entwicklung der Sojaproduktion der wichtigsten Länder (Daten aus FAO 2016)

in derselben Zeitspanne konnten die Produktionskosten für diese Nahrungsmittel im Verhältnis gesenkt werden. Als weltweit wichtigstes Futtermittel stellt Soja eine Schlüsselkomponente der industriellen Landwirtschaft dar, die diese Entwicklungen möglich gemacht hat (WWF Deutschland 2014).

Feldfrüchte	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Getreide insgesamt	835 071	811 789	807 270	784 004	784 004	809 108	780 697
Körnerlegumi-nosen	21 589	24 400	22 722	17 805	17 805	19 758	23 573
Hackfrüchte	66 296	67 007	69 610	72 145	72 145	72 158	65 938
Ölfrüchte	134 024	146 087	148 410	144 299	144 299	144 902	152 045
Feldfutterbau	239 720	246 488	244 778	272 766	272 766	245 732	249 855
Sonstiges Ackerland	69 869	68 019	66 896	62 949	62 949	60 000	74 009
Ackerland insgesamt	1 366 570	1 363 789	1 359 686	1 355 115	1 353 967	1 351 658	1 346 118

Tab. 1.1: Anbau auf dem Ackerland 2009–2015, Fläche in ha (Daten aus Statistik Austria 2016a)

Tabelle 1.1 zeigt, dass seit 2012 die Anbaufläche von Körnerleguminosen zunimmt, während die von Getreide und Hackfrüchten abnimmt. Diese Tabelle können die Schülerinnen und Schüler im Modul Sojaanbau gegebenenfalls nutzen, um mögliche Trends zu begründen.

In Österreich wird Soja hauptsächlich in Form von Sojakuchen importiert, der zur Fütterung verwendet wird. Insgesamt werden jährlich ca. 503 000–815 000 t Soja importiert, wovon ca. 13 % auf gentechnikfreies Soja und 87 % auf GVO-Soja entfallen. Den gesamten Anbauflächenbedarf von Soja in ha für ein autarkes Österreich berechnet man, indem man die heimische Produktion von Sojabohnen und den Nettoimport von Soja summiert und dies durch den durchschnittlichen Hektarertrag des Sojabohnenanbaus in Österreich aus den letzten fünf Jahren dividiert. Für das Jahr 2012 konnte man eine benötigte Anbaufläche von rund 214 000 ha (15,8 % der gesamten Ackerfläche im Jahr 2012) berechnen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Jahr	Inlandsproduktion [t]	Importüberhang [t]	Gesamtbedarf [t]
1990	17 658	597 858	615 516
1991	36 770	573 865	610 636
1992	92 284	589 407	681 691
1993	125 258	547 498	681 691
1994	104 946	566 801	671 747
1995	31 121	549 592	580 713
1996	26 763	492 896	519 632
1997	33 477	598 162	631 639
1998	50 457	62 231	672 767
1999	50 449	576 434	626 883
2000	32 843	593 456	626 299
2001	33 874	655 151	689 025
2002	35 329	663 980	699 303
2003	39 465	706 256	745 721
2004	44 824	583 499	628 323
2005	60 573	603 563	664 136
2006	64 960	570 140	635 099
2007	52 902	603 597	656 499
2008	54 095	572 299	626 393
2009	71 333	566 834	638 167
2010	94 544	599 605	694 149
2011	109 378	549 278	658 656
2012	104 143	503 358	607 501

Tab. 1.2: Österreichs Gesamtbedarf an Soja in den Jahren 1990–2012 (Daten aus Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014, S. 54)

Tabelle 1.2 können die Schülerinnen und Schüler in den Modulen Sojaanbau und Soja in der Nahrung nutzen, um Prognosen für künftige Trends zu erstellen.

1.2.5 Inhaltsstoffe der Sojabohne

Sojabohnen sind Nährstoff-Kraftpakete: Sie bestehen je nach Sorte und Vegetationsfaktoren aus ca. 15–20 % Öl und 35–50 % Eiweiß (Stocker 2012). Sie ist die Leguminose mit dem größten Anteil an Aminosäure (Methionin und Cystein) (Burssens u. a. 2011). Soja enthält zudem wertvolle sekundäre Pflanzenstoffe. Insbesondere der hohe Gehalt an Isoflavonen wird in Zusammenhang mit Sojalebensmitteln häufig hervorgehoben (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Tabelle 1.3 kann als Hintergrundinformation für das Modul Inhaltsstoffe der Sojabohne hilfreich sein, um die qualitativen Ergebnisse aus den Nachweisverfahren zu ergänzen.

Lebensmittel	Energie		Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	
					verwertbar	nicht verwertbar (Ballaststoffe)
(je 100 g)	[kcal]	[kJ]	[g]	[g]	[g]	[g]
Bohnen, weiß, reif	238	994	21,1	1,6	34,7	23,2
Erbsen, reif	271	1135	22,9	1,4	41,2	16,6
Kichererbsen	306	1282	19	5,9	44,3	15,5
Sprossen, frische	144	600	8,8	0,7	25,5	2,8
Kidneybohnen, i. D.	104	442	6,9	0,6	17,8	6,2
Linsen	270	1129	23,5	1,5	40,6	17
Mungbohnen, reif	269	1126	23,1	1,2	41,5	17,3
Saubohnen, reif	309	1294	23,9	2	48,9	22
Sojadrink, ungesüßt	32	134	3,3	1,8	0,2	0,6
Sojabohnen, reif	330	1379	34,9	18,3	6,3	22

Tab. 1.3: Nährwert- und Kalorientabelle für ausgewählte Hülsenfrüchte (Daten aus Elmadfa u. a. 2016, S. 28)

1.2.6 Gentechnik und biologisches Soja

Aufgrund der Konkurrenzschwäche von Soja gegenüber Unkraut auf den Feldern kam es vermehrt zum Einsatz von Herbiziden (Unkrautvernichtungsmittel). Da diese jedoch auch der Ackerfrucht schadeten und dadurch Ertragsverluste herbeiführten, begann man 1996, gentechnisch veränderte

Pflanzen anzubauen, die gegenüber dem Herbizid resistent sind. Solche Chemikalien werden in der konventionellen Landwirtschaft verwendet. Durch die gentechnische Veränderung wird die Sojabohne widerstandsfähiger.

Bei Soja werden vor allem herbizidtolerante (Roundup-Ready Soja ist resistent gegen das Herbizid Roundup) Sorten angebaut (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Gen-Soja verspricht eine kostengünstigere, bessere und einfachere Unkrautbekämpfung und wird unter dem Namen „Grüne Gentechnik" vor allem in Nord- und Südamerika angebaut. Die herbizidresistente Sojabohne ist gegen Glyphosat, ein Breitbandherbizid, resistent. So kann die Herbizidkontrolle unabhängig vom Wachstumsstand der Ackerfrucht erfolgen. Die herbizidresistente Sojabohne wurde 2009 unter anderem in folgenden Ländern angebaut (in Klammern Anteil der herbizidresistenten Sojabohne an der Sojafläche 2008): USA (>90 %), Argentinien (99 %), Brasilien (65 %), Kanada (63 %), Paraguay (95 %), Südafrika (80 %) und Uruguay (100 %). Große Mengen der in Südamerika angebauten Sojabohnen werden als Futtermittel in die EU exportiert (Wikipedia 2016).

Die Hauptkomponente des Herbizids Roundup ist Glyphosat. Es hemmt in pflanzlichen Zellen die Synthese bestimmter Aminosäuren (Phenylalanin, Tryptophan und Tyrosin). Auf den menschlichen Organismus kann es eine krebsfördernde Wirkung haben. Strenge Kontrollen von Lebensmitteln sollen die Dosis von Glyphosat überwachen, damit keine gesundheitsschädlichen Grenzwerte erreicht werden (Antoniou u. a. 2010; Müller 2011; Fink 2015; Forster, Kula und Schuierer 2015).

Weil in Europa viele Konsumentinnen und Konsumenten gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in der Nahrungsmittelproduktion skeptisch gegenüberstehen, hat sich hier eine Marktnische für GVO-freien Anbau und die Verarbeitung derselben entwickelt. Dies ist verantwortlich für die Marktführerschaft österreichischer sojaverarbeitender Betriebe im Lebensmittelbereich. In Österreich angebautes Soja ist frei von Gentechnik! Von österreichischen und europäischen Konsumentinnen und Konsumenten werden gentechnikfreie Lebensmittel nachgefragt. Gleichermaßen besteht bei Veredelungsbetrieben ein Bedarf an gentechnikfreien Sojabohnen, denn Marken- und Qualitätsprogramme wie das IBO-Schwein oder diverse Initiativen von Molkereien und Handel setzen eine ausschließlich gentechnikfreie Fütterung voraus (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

In der biologischen Landwirtschaft wird das Futter für die Tiere nur auf heimischen Flächen angebaut und der Zukauf von Futtermitteln ist stark be-

grenzt. Biobäuerinnen und Biobauern dürfen nur so viele Tiere halten, wie sie auch von ihren Ackern und Weideflächen füttern können (Klüber 2010).

1.2.7 Wunderbohne Soja

Soja als Futtermittel

Soja ist hinsichtlich der Fütterungseigenschaften speziell in der Schweine- und Geflügelfütterung nur schwer durch alternative heimische Eiweißquellen ersetzbar. Der Rohproteinanteil liegt bei Eiweißfuttermitteln auf Sojabasis im Vergleich zu anderen heimischen Eiweißquellen wie Körnererbsen, Ackerbohnen, Sonnenblumenkuchen oder Rapsextraktionsschrot deutlich höher. Auch die fütterungsphysiologische Qualität des Eiweißes ist bei Sojafuttermitteln in Relation zu alternativen heimischen Eiweißquellen sehr hoch und spricht für Soja in der Nutztierfütterung (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014). Drei Viertel der weltweiten Sojaernte wird zu Tierfutter verarbeitet. Für 1 kg Hühnerfleisch werden ca. 575 g Soja verfüttert (Fink 2015).

Soja als Lebensmittel

Soja ist aus dem Lebensmittelbereich nicht mehr wegzudenken. In etwa 6 % der globalen Sojaernte werden direkt als Lebensmittel verzehrt (WWF Deutschland 2014). Sojabestandteile sind in ca. 30 000 verschiedenen Lebensmitteln enthalten. Für den Einsatz in der Lebensmittelproduktion muss die Sojabohne hohe Qualitätsstandards bei beispielsweise Proteingehalt, Korngröße und Farbe erfüllen. Aufgrund der für den menschlichen Organismus vorteilhaften Nährstoffkombination mit einem hohen Gehalt an hochwertigem pflanzlichem Eiweiß, einer günstigen Fettsäurezusammensetzung, der Cholesterinfreiheit und sekundären Pflanzenstoffen wird der Sojabohne eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben. Die Lebensmittelindustrie nutzt sowohl das Sojaeiweiß als auch -öl, um Produkte wie Sojagetränke, Tofu, Sojasauce, Miso und Backmittel herzustellen. Auch für das bei der Speiseölgewinnung als Nebenprodukt anfallende Sojalecithin bieten sich vielfältige Verwendungsmöglichkeiten in der Lebensmittelherstellung an (von der Schokolade bis zum Smoothie, WWF Deutschland 2014). Die heimische Nahrungsmittelindustrie zählt zu den Hauptabnehmern des österreichischen Sojas und ein Großteil der Ernte wird hier weiterverarbeitet. 2009 verarbeiteten die österreichischen Betriebe 40 000–45 000 t Speisesoja. Neben

der GVO-Skepsis beeinflussen auch sich ändernde Ernährungsgewohnheiten, gesundheitliche Aspekte wie Laktoseintoleranz oder Kuhmilchproteinallergien, steigendes Gesundheitsbewusstsein sowie zunehmende vegetarische und vegane Ernährungsweise die Entwicklung des Marktes für regionale Sojalebensmittel (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Soja in der Landwirtschaft

Um im Modul Sojaanbau die Entscheidung treffen zu können, ob der landwirtschaftliche Betrieb auf konventionellen oder Bio-Sojaanbau umsteigen soll, ist es wichtig zu überlegen, welche Deckungsbeiträge in den unterschiedlichen Wirtschaftsformen zu berücksichtigen sind (vgl. Abbildung 1.6).

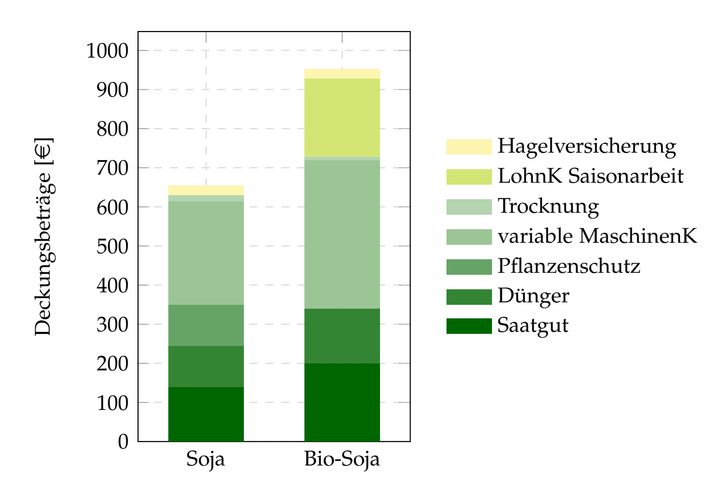


Abb. 1.6: Jahresdurchschnitt (2009–2013) der Deckungsbeiträge von Soja und Bio-Soja (Daten aus Resl 2015)

Soja kann durch andere Eiweißfuttermittel wie Raps, Sonnenblumen oder Mais kaum vollständig ersetzt werden. Um die Importabhängigkeit zu senken, stellt die Verfütterung von Sojabohnen aus heimischem Anbau eine Alternative dar. Besonders in der biologischen Landwirtschaft hat der Sojaanbau positive Effekte. Einerseits stellt er ein bedeutsames Glied einer ausgewogenen mehrjährigen Fruchtfolge dar (eine Fläche darf aber nur max. zwei Jahre mit Soja bepflanzt werden) und andererseits findet die Sojabohne in der Tierernährung als wertvolles Eiweißfuttermittel Verwendung. Jedoch muss die biologische Landwirtschaft eine Reihe von internationalen ökologischen

Kriterien einhalten. So verzichtet sie gänzlich auf den Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern, chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und Herbiziden (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Das Produktionssystem der Bio-Sojabohne erfordert mehr Arbeitseinsatz, das heißt den Einsatz der Hacke zur Unkrautkontrolle und mehr Sorgfalt im Produktionsprozess. Die Umstellung von konventioneller auf biologische Landwirtschaft wird erst nach zwei Jahren angenommen. Die Sojakörner müssen eine bestimmte Größe und Farbe sowie einen bestimmten Protein- bzw. Feuchtigkeitsgehalt aufweisen. Der Einsatz von Leguminosen trägt zum Humusaufbau, zu einer besseren Wasserhaltefähigkeit und zu einem verbesserten Nährstoffaufschluss, das heißt zur Verbesserung der Struktur des Bodens bei. Vor allem die Eigenschaft, Stickstoff aus der Luft im Boden zu binden, kommt viehlosen biologischen Ackerbaubetrieben entgegen, weil die Zukaufmöglichkeit für organische Düngemittel begrenzt und der Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger verboten ist. Die Flächenausweitung von Bio-Soja hat sich zwischen 2005 und 2012 fast verdreifacht. Je länger der Sojaanbau nach ökologischen Richtlinien erfolgt, desto mehr gewinnt die Einsparung von Betriebskosten an Bedeutung (Klüber 2010; Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Im langjährigen Durchschnitt bringt der biologische Anbau etwa gleich viel Ertrag hervor, wobei man 30 % weniger Energie, weniger Wasser und keine Pestizide benötigt. Darüber hinaus hat er einen positiven Einfluss gegen den Treibhauseffekt (Naimer 2007).

Soja im Gesundheitsbereich

Aufgrund der für den menschlichen Organismus vorteilhaften Nährstoffzusammensetzung wird Soja eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben. Soja verfügt über einen hohen Gehalt an hochwertigem pflanzlichem Eiweiß und im Vergleich zu tierischen Fetten über eine günstige Fettsäurezusammensetzung mit hohem Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Neben einem hohen Anteil an essentiellen Aminosäuren sind Sojalebensmittel reich an Ballaststoffen, Kalium, Magnesium, Vitamin B1, B2, E und Folsäure. Die Sojabohne enthält die Isoflavone Genistein, Daidzein und Glyzitein, denen viele positive Effekte auf den menschlichen Organismus zugeschrieben werden (u. a. anderem Prävention von Prostata- und Brustkrebs,

Burssens u. a. 2011). Negative Effekte von Soja auf den menschlichen Organismus beruhen auf möglichen allergischen Reaktionen (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Auf der Internationalen Soja- und Gesundheits-Konferenz in London 2002 wurden gesundheitliche Vorteile rund um Soja vorgestellt. So soll die tägliche Einnahme von 20 g Sojaproteinen zu einer Reduktion des Blut-Cholesterols führen und zur Reduktion des Brustkrebsrisikos beitragen. Sojamilch zeige eine schützende Wirkung auf die Knochenmineralien und -dichte. Ebenfalls konnten positive Effekte von Soja auf die kognitive Leistung bei Frauen und Männern jeglichen Alters nachgewiesen werden (Devine 2002).

Soja in der Zukunft

Soja könnte auch zur Erzeugung von Biosprit verwendet werden, wobei der Produktionsrest zu 98 % aus Eiweiß bestehen würde und somit ideales Tierfutter darstellt (WWF Deutschland 2014). Um den immer weiter ansteigenden Anbau von GVO-Soja entgegenzutreten, sollte der eigene Bedarf an Soja so weit wie möglich mit heimischen Eiweißfuttermitteln gedeckt werden.

Dafür werden drei Lösungsansätze vorgeschlagen (Effizient Soja Toasten 2015):

- Stärkung des heimischen Anbaus und der Verarbeitung von Sojabohnen,
- Reduzierung des Proteineinsatzes durch weniger intensive Tierfütterung,
- Ersatz von Sojaschrot durch andere heimische Eiweißträger wie Rapsschrot, Rapspresskuchen, Sonnenblumenschrot.

Weitere Lösungswege zur Deckung des Bedarfs an Soja bei gleichzeitigem Erhalt der biologischen Vielfalt und Ökosysteme sind (WWF Deutschland 2014):

- Änderung der politischen Maßnahmen zum Schutz der Wälder bzw. der heimischen Vegetation sowie Gesetze, die die Schutzanstrengungen außerhalb von Schutzgebieten unterstützen,
- transparente und systematische Landnutzungsplanung,
- verantwortungsvolle Sojaproduktion der Verbraucherländer,

- finanzielle Anreize zum Schutz natürlicher Ökosysteme und der von ihnen ausgehenden Ökosystemleistungen,
- verantwortungsbewusstes Investment der Finanzmärkte,
- Reduzierung von Verbrauch und Abfall,
- Änderung der Ernährungsgewohnheiten in den Industrieländern.

1.2.8 Anbau

Der Sojaanbau in Mitteleuropa stellt große Anforderungen an die Temperaturbedingungen, die Bodenqualität, die Wasserversorgung und die Bekämpfung von Beikräutern. Je nach Sorte hat Soja eine Vegetationszeit (von der Aussaat bis zur Ernte) von 150 bis 180 Tagen. Die Aussaat erfolgt zwischen Mitte April und Mitte Mai bei einer Minimalbodentemperatur von 8–10 °C. Nach der Aussaat sollte wegen der langsamen Jugendentwicklung ein mehrmaliger Einsatz mechanischer Unkrautbekämpfungsmethoden, wie Blindstriegeln und Striegeln eingeplant werden (Beikrautkontrolle), da das Beikraut sonst die jungen Sojapflanzen überwuchert und ihnen das Licht nimmt. Im biologischen Anbau wird das Feld intensiv mechanisch durch Jäten oder Hacken bearbeitet (6–7 Arbeitsdurchgänge). Vor der Saat wird das Feld mit Eggen bearbeitet. Eine „Blindstriegelung“ erfolgt ungefähr 4 Tage nach der Saat, bevor die ersten Bohnenpflanzen sichtbar sind. Der erste Hackdurchgang wird durchgeführt, wenn die ersten Fiederblätter erkennbar sind. Danach folgt eine Striegelung, wenn der Keimling schon 3–5 echte Laubblätter entwickelt hat und weitere Hackdurchgänge. Manche Beikräuter müssen händisch entfernt werden (z. B. Disteln und Winden). All dies ist äußerst arbeitsintensiv, verlangt spezialisierte Maschinen und verursacht hohe Kosten (Arbeitszeit, Treibstoff, Maschinen). Die Methoden sind daher für großflächige Anbaugebiete, etwa in Lateinamerika, wenig geeignet. Zudem ist die Einhaltung einer Fruchtfolge (z. B. alle zwei Jahre Sojaanbau) notwendig (Größ und Schmidt 2010).

Im kommerziellen Landanbau werden chemische Mittel zur Bekämpfung von Beikräutern eingesetzt. In Österreich sind nur wenige Produkte zugelassen, weshalb auch für den konventionellen Anbau die mechanische Unkrautbekämpfung und die Wahl passender Vorfrüchte für den Anbauerfolg bedeutend sind. Schwierigkeiten bereitet auch Vogelfraß und Wildverbiss durch Feldhasen und Rehe (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Wird Soja am 15. April ausgesät, kann man zwischen dem 15. September und dem 15. Oktober ernten. Im Juni und Juli muss die Temperatur über 10 °C in der Nacht liegen. Einzelne Fröste (bis −3 °C) verträgt die Sojapflanze gut. Sie braucht tiefgründige Böden, die Wurzeln reichen bis 1,5 m Tiefe. Insbesondere im Juli und im August braucht es entsprechende Feuchtigkeit, sonst drohen starke Ertragseinbußen. In trockenen Gegenden muss daher beregnet werden. Der Boden muss als Nährstoffe insbesondere Phosphor, Kalium und Magnesium beinhalten, den Stickstoff nimmt Soja mithilfe von Bakterien auf. Meist ist dazu eine Impfung mit Bakterienkulturen erforderlich (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Die Leistungsfähigkeit der Sojapflanze hängt maßgeblich von der Symbiose mit N-fixierenden Knöllchenbakterien ab. *Bradyrhizobium japonicum* ist ein Rhizobienstamm, der mit keiner bei uns heimischen Pflanze in Symbiose steht und dementsprechend in europäischen Böden nicht natürlich vorkommt. Eine sorgfältige Saatgutimpfung ist daher Voraussetzung für einen erfolgreichen Sojaanbau. Nach wiederholtem Sojaanbau etablieren sie sich im Ackerboden, was sich in höheren Eiweißgehalten äußern kann. Eine Impfung zahlt sich selbst nach langjährigem Anbau aus. Die Kosten für den Impfstoff liegen bei 20–30 €/ha, hinzu kommt die Arbeitszeit. Generell unterscheidet man zwischen drei Standard-Impfverfahren:

- Kontaktimpfung: Das Saatgut wird unmittelbar vor der Aussaat mit dem Impfmittel vermischt (trocken oder mit Kleber); besonders bei großen Flächen ist der Arbeitsaufwand nicht zu unterschätzen.
- Fix-und-Fertig-Impfung: Das Saatgut wird bereits vor der Auslieferung vom Vermehrer mit einem stark anhaftenden Impfmittel geimpft. Allerdings kommt es immer wieder zu erheblichen Qualitätsmängeln.
- Bodenimpfung (meist in Kombination mit einer Kontaktimpfung): Das Impfsubstrat wird hierbei direkt vor der Aussaat von Hand mit einem mitgelieferten Granulat vermengt und über einen Granulatstreuer, der auf der Sämaschine mitfährt, gleichmäßig in die Drillreihe gestreut. Bei deutlich verringertem Aufwand werden sehr gute Ergebnisse erzielt (Beesten 2016).

Im Umgang mit dem Impfmittel ist zu beachten, dass die Aussaat und die Impfung parallel erfolgen. Das Impfmittel sollte nicht über 25 °C gelagert und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden, da UV-Licht die Knöllchenbakterien abtötet (Beesten 2016).

1.2.9 Soja in Österreich

Der derzeitige Sojaanbau in Österreich und in der EU ist sehr beschränkt. In Amerika ergibt sich beim Anbau dieser Kultur ein höheres Ertragspotential und höhere Ertragssicherheit. Deshalb stammt auch der Großteil der Sojaimporte nach Europa aus Südamerika. Der Klimawandel eröffnet jedoch Aussichten, dass der Anbau der Sojabohne in Mitteleuropa attraktiver werden könnte. In Österreich konnte zwar in den letzten Jahren durch große Bemühungen der Anbau ausgeweitet werden (siehe Abbildung 1.7), dennoch steigt der Bedarf nach Soja und es kann nur ein Teil des Bedarfs in Österreich produziert werden (Donau Soja 2016).

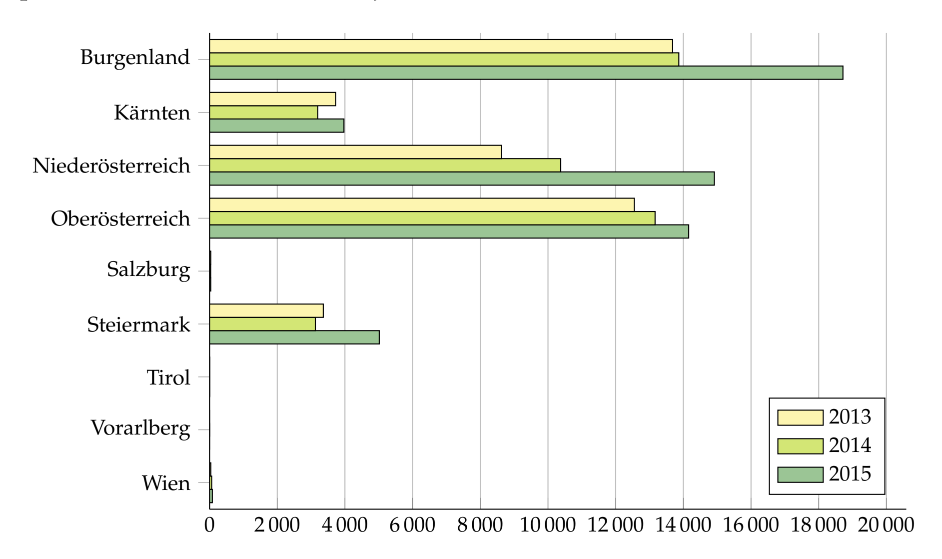


Abb. 1.7: Sojaanbaufläche in Österreich in ha von 2013 bis 2015 (Daten aus STATcube 2016)

Als besonderes Merkmal der in Österreich produzierten Sojalebensmittel gilt ihre Gentechnikfreiheit. Gentechnikfreies Soja wird sowohl in Form von Sojalebensmitteln als auch für die Nutztierfütterung nachgefragt. Zum Einschätzen der Anbaupotenziale von Soja in Österreich eignen sich Klimadaten, Bodenkarten, Bodenklimazahl, Niederschlagsmengen, Wärmesummen usw. und eine Ableitung aus den Zahlen zu den bestehenden Flächen des Zuckerrüben- und Körnermaisanbaus (siehe Abbildung 1.8). Das biologische Anbaupotenzial für Soja wird somit von den Körnermais-, Zuckerrüben- und Sojaflächen abgeleitet. Zur Sojaproduktion eigenen sich in Österreich die

feucht-warmen Gebiete im Südosten, die warmen Anbaugebiete Ostösterreichs, das niederösterreichische Westbahngebiet und der oberösterreichische Zentralraum (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

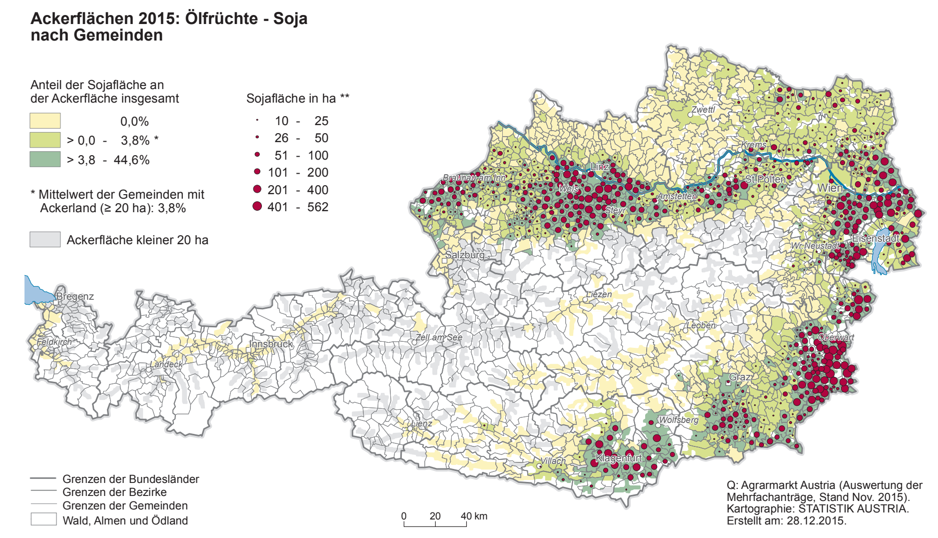
Der Anbau von heimischen Eiweißpflanzen wie Soja für die Tierfütterung und Herstellung von Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten wird gezielt gefördert. Als Ziel gilt es, die Eigenversorgung mit Nahrungs- und Futterproteinen bei gleichzeitiger Zurückdrängung gentechnisch veränderter Sojaprodukte zu erreichen.

Generell ist das Potential zur Ausweitung des österreichischen Sojaanbaus vorhanden. Der Bedarf sowohl an konventionellem als auch an biologisch angebautem heimischem Soja ist groß – ob nun für Lebensmittel oder als Futtermittel. Die Gentechnikfreiheit ist ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil und ein Alleinstellungsmerkmal am wachsenden Sojamarkt, die Nachfrage ist vorhanden. Soja hat entscheidend bessere Fütterungseigenschaften als die verfügbaren Eiweißalternativen, zudem werden für den Sojaanbau keine Spezialmaschinen benötigt. Die Vorteile einer Ausweitung des österreichischen Sojaanbaus liegen in der Unabhängigkeit von importiertem (GVO) Soja, der Möglichkeit einer neuen Wertschöpfung für die heimische Landwirtschaft, den pflanzen- und ackerbaulichen Vorteilen von Soja sowie in der wirtschaftlichen Nachfrage nach genetisch unverändertem Saatgut (Pistrich, Wendtner und Janetschek 2014).

Donau Soja (Donau Soja 2016)

Entlang der Donau eignen sich viele Gebiete für den Sojaanbau: tiefgründige Böden, mildes Klima, genügend Niederschläge und Bewässerungsmöglichkeiten. In Europa wird Soja vor allem in der Ukraine, in Serbien und Italien angebaut. 2015 haben Landwirte aus der Donauregion (exklusive Ukraine) auf 950 000 ha Soja angesät. Zählt man die Produktion in der Ukraine dazu, werden in diesem Jahr 7,5 Mio. t Soja in der Donauregion produziert. Um den Anbau gentechnikfreien Sojas zu unterstützen, wurde 2012 der Verein „Donau Soja“ gegründet und 2014 in eine GmbH weiterentwickelt. Abbildung 1.9 zeigt das Einzugsgebiet von Donau Soja.

Donau Soja fördert den Anbau von Qualitätssoja in der Donauregion – als Basis für eine qualitativ hochwertige, herkunftsgesicherte und gentechnikfreie Futtermittel- und Lebensmittelproduktion und leistet damit einen wichtigen Beitrag für eine eigenständige europäische Eiweißversorgung. Donau Soja ist



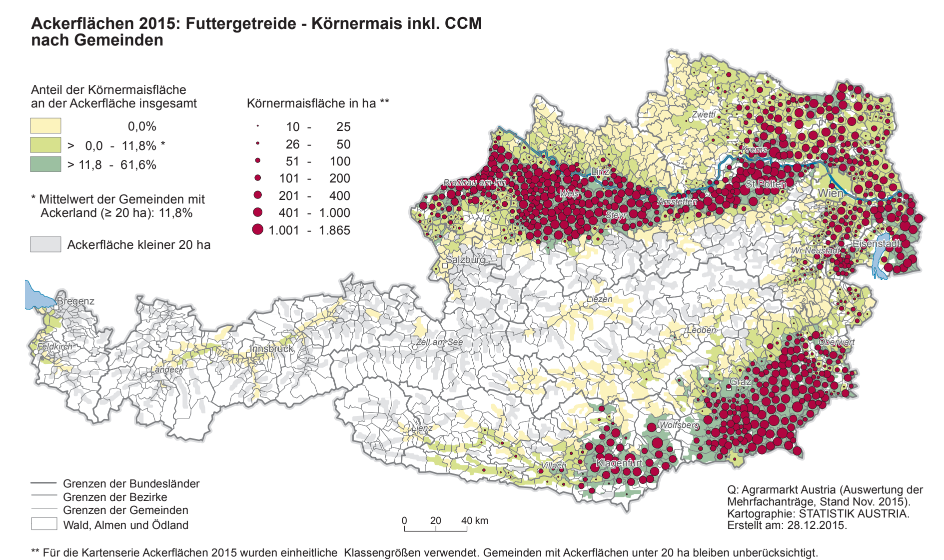


Abb. 1.8: Ackerfläche 2015 Soja und Körnermais (Bilder von Statistik Austria 2016b)



Abb. 1.9: Einzugsgebiet von Donau Soja

ein Markenprogramm für Sojabohnen, Lebensmittel aus Soja (z. B. Tofu, Sojadrinks) und Produkten von Tieren, welche mit Sojamehl oder gerösteten Sojabohnen gefüttert wurden (z. B. Milch, Eier, Fleisch). Zu den Zielen des Projekts zählen:

- Förderung des gentechnikfreien Sojaanbaus und der Verarbeitung in der Donauregion für Europa unter dem Markenzeichen Donau Soja,
- Aufbau von verlässlichen Liefer- und Wertschöpfungsketten durch die Mitgliedsunternehmen,
- Führung eines geförderten Züchtungs-, Forschungs- und Kontrollprogramms für gentechnikfreies Soja-Saatgut und Pflanzenschutzkonzepte für den Donauraum,
- Anbau ausschließlich auf bereits vorhandenen Ackerbau- und Brachflächen im Donauraum, unter ausdrücklichem Ausschluss von Naturschutzgebieten und anderen Schutzzonen,
- Beitrag zur Reduktion des CO_2-Fußabdrucks bei Sojaprodukten und Fleisch durch die Förderung europäischer Eiweißpflanzen.

Des Weiteren gelten die EU-Bestimmungen betreffend den Pestizideinsatz im Sojaanbau sowie des Arbeits- und Sozialrechts. Die Herkunftsländer bzw. -regionen für Donau Soja werden politisch und geografisch definiert.

Mit dem Qualitätslabel „Donau Soja" werden Produkte ausgezeichnet, die aus zertifiziertem und kontrolliertem Donau Soja bestehen oder Donau Soja beinhalten. Das Qualitätszeichen „Gefüttert mit Donau Soja" wird ausschließlich für zertifizierte und kontrollierte tierische Produkte vergeben. Die Futterration der Tiere muss mindestens 10 % Soja beinhalten und diese muss zu 100 % Donau Soja sein.

Eine rosarote Soja-Welt

Durch die ungleiche Verteilung des Sojaanbaus und Sojaverbrauchs kann man unterschiedliche Folgen für die Gesellschaft und Umwelt beobachten. Brasilien, das Land mit dem größten Sojaanbau, ist gleichzeitig das Land mit den meisten hungernden Menschen. Darüber hinaus wird seit den 1970er Jahren konsequent tropischer Regenwald (Amazonas) gerodet, um Soja für Europa und Asien anzubauen. Im Lauf der vergangenen Jahrzehnte wurden riesige Wald-, Grasland- und Savannenflächen in Ackerflächen umgewandelt. Zwar konnte so die Fleischproduktion erhöht werden und die Erzeugerländer und Handelspartner zogen wirtschaftlichen Nutzen aus dieser Expansion, doch die Umwandlung natürlicher Ökosysteme in Ackerflächen wirkt sich auf die Biodiversität, die Beschleunigung des Klimawandels und auf wichtige Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts (von sauberem Wasser und gesunden Böden bis hin zu Bestäubungsleistungen und Schädlingsbekämpfung) aus (WWF Deutschland 2014).

Obwohl der Anbau von genetisch verändertem Soja in Österreich verboten ist, landet genmanipuliertes Soja in vielen Produkten auf den Tellern. Besonders Tiere in der konventionellen Landwirtschaft werden häufig mit gentechnisch verändertem Soja gefüttert. Soja wird zum großen Teil in agrarindustriellen Monokulturen angebaut. In Lateinamerika stammen bereits über zwei Drittel der Bohnen von sogenannten transgenen, also gentechnisch veränderten Pflanzen. Der Sojaboom hat verheerende Folgen für die lokale, regionale und globale Umwelt. Sojafelder fressen sich in wertvolle Wälder und seltene Savannen wie den brasilianischen Cerrado, die artenreichste Savanne der Welt. Gewässer werden durch erheblichen Pestizid- und Düngereinsatz verschmutzt. Der hohe Fleischkonsum in Europa trägt maßgeblich zu den

hohen Soja-Importen bei. Aus gesundheitlichen und ökologischen Gründen sollte der Fleischkonsum überdacht werden. In Österreich, das Land mit dem höchsten Fleischverbrauch, liegt der jährliche Fleischkonsum pro Kopf bei über 100 kg (Klein 2015). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung rät zum Beispiel, 300–600 g Fleisch pro Woche zu essen. Das ist etwa die Hälfte des aktuellen durchschnittlichen Verbrauchs (WWF Deutschland 2013).

Literatur

Antoniou, M., P. Brack, A. Carrasco, J. Fagan, M. Habib, P. Kageyama, C. Leifert, R. O. Nodari und W. Pengue (2010). *GM SOY. Sustainable? Responsible?* URL: http://www.gmwatch.org/files/GMsoy_SustainableResponsible_Sept2010_Summary.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Beesten, F. von (2016). *Saatgutimpfung: Sorgfalt zahlt sich aus*. URL: https://www.sojafoerderring.de/anbauratgeber/aussaat/impfung/ (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Burssens, S., I. Pertry, D. Diasolua, Y.-H. Kuo, M. Van und F. Lambei (2011). "Soya, Human Nutrition and Health". In: *Soya Bean Meal and Its Extensive Use in Livestock Feeding and Nutrition*. Hrsg. von Y. Yin, A. A. Fatufe und F. Blachier. INTECH Open Access Publisher, S. 157–180.

Devine, D. (2002). "Soya and health 2002 - clinical evidence, dietetic applications". In: *Nutrition Bulletin* 27.3, S. 195–198.

Donau Soja (2016). *Donau Soja*. URL: http://www.donausoja.org/de/home/ (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Drews, J. (2004). *Die "Nazi-Bohne": Anbau, Verwendung und Auswirkung der Sojabohne im Deutschen Reich und Südosteuropa (1933 -1945): Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2002*. Bd. 4. Politik und Geschichte. Münster: LIT-Verl.

Effizient Soja Toasten (2015). *Sojaanbau - globale Mengenverteilung und Mengenströme*. URL: http://www.sojatoaster.com/hintergrundinfos/sojaanbau-globale-mengenverteilung-und-mengenstroeme/ (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Elmadfa, I., W. Aign, E. Muskat und D. Fritzsche (2016). *Die große GU Nährwert-Kalorien-Tabelle 2016/2017*. München: Gräfe und Unzer Verlag.

Fink, A. (2015). "Die Killerbohne". In: *TERRA MATER* 4, S. 76–98.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *FAOSTAT: Crops*. URL: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Forster, R., C. Kula und K. Schuierer (2015). "Der Wirkstoff Glyphosat in der Pflanzenschutzmittel - Zulassung – aktueller Stand". In: *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 10.3, S. 235–240.

Größ, C. und J. Schmidt (2010). *Kulturblatt Sojabohne*.

Klein, F. (2015). *Achtung: Heiss und Fettig – Klima und Ernährung in Österreich. Auswirkungen der österreichischen Ernährung auf das Klima*. Hrsg. von WWF Österreich. Wien.

Klüber, L. (2010). "Nachhaltige Entwicklung und genmanipulierte Nutzpflanzen. Effekte der Einführung genmanipulierter Soja auf das soziale und ökologische System der Familienlandwirtschaft". Diplomarbeit. Wien: Universität Wien.

Krumphuber, C., M. Bäck, H. Köppl, P. Köppl, T. Wallner, C. Rechberger und R. Schütz (2014). *Soja. Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft*. Hrsg. von L. N. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Linz.

Massholder, F. (2014). *Lebensmittellexikon: Sojabohne*. URL: https://www.lebensmittellexikon.de/s0000130.php (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Mirkes, D. (2013). *Das Land, das wir uns nehmen: Der Griff nach tropischem Regenwald und Ackerboden*. Hrsg. von ASTM/Klima-Bündnis Luxemburg.

Müller, W. (2011). *Gentech-Soja: Auswirkungen von gentechnisch verändertem Soja auf Mensch und Umwelt*. Hrsg. von GLOBAL 2000. Wien. URL: https://www.global2000.at/sites/global/files/import/content/gentechnik/Gentech-Hintergrundpapier-Soja.pdf_me/Gentech-Hintergrundpapier-Soja.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Naimer, J. (2007). "Bio-Marketing. Besonderheiten der Vermarktung von Bio-Produkten, dargestellt am Beispiel Bio-Soja". Diplomarbeit. Eisenstadt: Fachhochschule Eisenstadt.

Pistrich, K., S. Wendtner und H. Janetschek (2014). *Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex.* Wien. URL: https://repository.publisso.de/resource/frl:6400094/data (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Resl, T. (2015). *Strategieprozess Zukunft Pflanzenbau. Wirtschaftliche, volkswirtschaftliche und soziale Betrachtungen*. Wien. URL: http://www.zukunft-pflanzenbau.at/fileadmin/Redakteure_ZP/Zukunft_Pflanzenbau/Strategie_Pflanzenbau_-_AWI.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Spiegel, A.-K. (2012). *So funktionieren die Knöllchen*. URL: http://www.bodenfruchtbarkeit.org/651.html (aufgerufen am 12. 12. 2016).

STATcube – Statistical Database of STATISTICS AUSTRIA (2016). *Field crop production as of 1970*. URL: http://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Statistik Austria (2016a). *Anbau auf dem Ackerland 2015*. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/bodennutzung/index.html (aufgerufen am 12. 12. 2016).

– (2016b). *Feldfruchternte 2015*. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/feldfruechte/index.html (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Stocker, T. (2012). *Soja. Boom der Bohne*. URL: http://www.beobachter.ch/natur/flora-fauna/landwirtschaft/artikel/soja_boom-der-bohne/ (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Wikipedia (2016). *Herbizidresistente Sojabohne*. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Herbizidresistente_Sojabohne (aufgerufen am 12. 12. 2016).

WWF Deutschland (2013). *Die Soja-Lüge*. URL: http://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/genmanipuliertes-soja/ (aufgerufen am 12. 12. 2016).

– (2014). *Der Sojaboom: Auswirkungen und Lösungswege*. Berlin. URL: http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/20140312_WWF_Kurzfassung_Sojaboom_Auswirkungen_Loesungswege.pdf (aufgerufen am 12. 12. 2016).

1.3 Steckbrief Soja

J. Varga, W. Lindner, M. Scheuch, I. Wenzl, C. Schieder, S. Kapelari

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Im Zuge der MASCIL-Reihe „Soja“ lernen Schülerinnen und Schüler verschiedener Schulstufen die Pflanze kennen. Die Aufgabe Steckbrief Soja ergänzt die Aufgabe Sojaanbau, kann aber auch unabhängig erarbeitet werden. Sie dient der Charakterisierung der Sojabohne und dem besseren Verständnis für die große Bedeutung ihres Anbaus. Dafür sammeln die Schülerinnen und Schüler wesentliche Informationen über die Sojapflanze und stellen diese in Form eines Steckbriefs dar. Dabei können sie sich an einem Mustersteckbrief orientieren.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 11–15

Zeitbedarf: 1 Unterrichtseinheit (50 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#steckbrief-soja

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Informationen selbstständig erarbeiten
- relevante Informationen exzerpieren
- analytisch und logisch Denken
- Hypothesen generieren und überprüfen
- Informationen kreativ darstellen und präsentieren

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Charakterisierung und Bedeutung der Sojabohne
- **Rolle/Beruf:** Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer erforschen die Schülerinnen und Schüler die optimalen Wachstumsfaktoren der Sojabohne.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler führen Informationsrecherchen durch, protokollieren diese und stellen die Ergebnisse in Texten und Tabellen dar.

- **Produkt:** Beschreibung der Sojabohne im Allgemeinen, der Bedeutung und Wachstumsfaktoren im Speziellen

Leitfaden für die Lehrperson

Bei dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler ihre zuvor erstellten Hypothesen durch Informationen ergänzen und überprüfen. Die Hypothesen sollen, wenn notwendig, auch verworfen und neue aufgestellt werden. Die Informationen werden entweder den vorgeschlagenen Literaturlinks entnommen oder stammen aus einer eigenen Literaturrecherche, die mit einem Suchprotokoll ergänzt werden sollte.

- Ziel: Informationen über Wachstumsfaktoren für die Sojapflanze sammeln
- Thematik: Ergänzen und Verknüpfen von Beobachtetem und Erlerntem
- Auswirkungen: Mit den gesammelten Informationen lassen sich einerseits die Hypothesen zum Sojaanbau ergänzen, andererseits können Informationen für die Rollenspiele und weitere Aufgaben der MASCIL-Reihe „Soja" verwendet werden.

Arbeitsmethoden

- Hypothesen formulieren und überprüfen
- Informationen sammeln, gestalten und präsentieren

Informationen zur Durchführung

Der tabellarische Steckbrief dient lediglich als Vorlage (siehe S. 50). Er eignet sich nicht direkt zum Ausfüllen und Einfügen der Informationen, da zu wenig Platz in den Zeilen vorhanden ist. Die Gestaltung einer geeigneten Informationspräsentation bleibt den Schülerinnen und Schülern überlassen.

Durch gezielte Recherche sollen die Schülerinnen und Schüler die wichtigsten Informationen zu Soja, wie allgemeine Angaben, Anbau, Saat- und Pflegemaßnahmen, Ernte und Verwertung, sammeln. Mit den erarbeiteten Informationen sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Versuchsbeschreibungen und Hypothesen zur Aufgabe Sojaanbau verbessern. Die Darstellung der

Informationen bleibt ihnen überlassen, sollte jedoch die Informationen des Steckbriefs Soja beinhalten (vgl. Muster auf S. 50). Anschließend sollen die Schülerinnen und Schüler kurz erklären, wieso die Informationen für die Versuche relevant sind und warum sie ihre Hypothese verändert, ergänzt oder beibehalten haben.

Herausforderungen

Ist der Auftrag klar formuliert? Sind die verwendeten Wirtschaftsdaten auf dem aktuellen Stand?

Didaktisch-methodische Ideen

Der Steckbrief (vgl. Muster auf S. 50) soll in der Unterstufe mit Hilfe folgender Literatur ausgefüllt werden:

- „Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex“ (Pistrich, Wendtner & Janetschek 2014)
- „Pflanze mit Zukunft“ in BIO AUSTRIA 1/2010 (Hofer, Schweiger & Hartl 2010)
- „Soja. Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft“ (Bäck, Köppl, Köppl, Krumphuber, Lembacher, Schally & Wasner 2010)
- „Kulturanleitung: Sojabohne“ (Lembacher, Schmiedl & Wasner 2009)
- „Steckbrief SOJA“ (Liebegg 2012)

Den Schülerinnen und Schülern der Unterstufe kann angeboten werden die gegebene Literatur mit selbstständig ermittelten Informationen zu ergänzen. In der Oberstufe sollen die Schülerinnen und Schüler eine gezielte Internetrecherche durchführen und ein Suchprotokoll erstellen.

Arbeitsblatt

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Die Sojapflanze kann jedoch nicht unter allen Klimabedingungen ideal wachsen. Für eine exakte Planung des Sojaanbaus ist es wichtig, über jene Faktoren Bescheid zu wissen, die das Sojawachstum beeinflussen. Damit du deine Versuchsbeschreibung und Hypothesenbildung verbessern kannst, versuche folgende Informationen durch Recherchearbeit zu ergänzen. Die Darstellung der Informationen bleibt dir überlassen. Anschließend beziehe kurz Stellung zur Relevanz der Informationen für unseren Versuch. Erkläre, warum du deine Hypothese veränderst, beibehältst oder ergänzt.

Benötigte Materialien

- „Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex“ (Pistrich, Wendtner & Janetschek 2014)
- „Soja. Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft“ (Bäck, Köppl, Köppl, Krumphuber, Lembacher, Schally & Wasner 2010)
- „Pflanze mit Zukunft“ in BIO AUSTRIA 1/2010 (Hofer, Schweiger & Hartl 2010)
- „Kulturanleitung: Sojabohne“ (Lembacher, Schmiedl & Wasner 2009)
- Ergebnisse der Internetrecherche
- Stifte, Papier, Computer, etc.

Aufgabe und Durchführung

Zur Verbesserung deiner Versuchsbeschreibung und deiner Hypothese zum Sojaanbau ergänze folgende Informationen durch Recherchearbeit. Dabei bleibt die Darstellung der Informationen dir überlassen (die tabellarische Darstellung anbei ist nur ein Vorschlag). Anschließend beziehe kurz Stellung zur Relevanz der Informationen für unseren Versuch. Erkläre, warum du deine Hypothese veränderst, beibehältst oder ergänzt.

Allgemeine Angaben	
Name, botanischer Name (Art, Gattung, Familie, Ordnung)	
Merkmale / Aussehen	
Sorten und deren Eigenschaften	
Herkunft	
Abiotische Faktoren (Bodenansprüche, Wasser, Temperatur ...)	
Anbau	
Länder mit Anbaugebieten (international, national)	
Anbaufläche (ha)	
Import- und Exportländer	
Saat- und Pflegemaßnahmen	
Aussaat	
Pflegemaßnahmen und Unkrautregulierung	
Düngereinsatz	
Schädlinge	
Fruchtfolgemöglichkeiten	
Ernte und Verwertung	
Erntezeit	
Verwertungsmöglichkeiten	
Sonstiges	

Handout

Soy is cultivated around the world as the most important plant-based protein source. However, not all climates are suitable for growing soy. To plan its cultivation it is necessary to know the key requirements for the plant's growth.

In order to improve your experiments and hypotheses you will need to research this information. It is up to you how you want to present it. Afterwards you will need to justify briefly why this information is relevant for our experiment, why you will stick with your hypothesis or why you might want to change or adapt it.

Material

- „Versorgung Österreichs mit pflanzlichem Eiweiß – Fokus Sojakomplex“ (Pistrich, Wendtner & Janetschek 2014)
- „Soja. Eine Kulturpflanze mit Geschichte und Zukunft“ (Bäck, Köppl, Köppl, Krumphuber, Lembacher, Schally & Wasner 2010)
- „Pflanze mit Zukunft“ in BIO AUSTRIA 1/2010 (Hofer, Schweiger & Hartl 2010)
- „Kulturanleitung: Sojabohne“ (Lembacher, Schmiedl & Wasner 2009)
- Internet-based research
- Pens, paper, computer, etc.

Task

In order to improve your experiment description and hypotheses from the Soy Cultivation Task, gather the following information by doing your own research. It is up to you how you want to present it (a table is only a suggestion). Afterwards, you will need to justify briefly why this information is relevant for our experiment, why you will stick with your hypothesis or why you might want to change or adapt it.

General Facts	
Name, botanical name (Species, Genus, Family, Order)	
Characteristics	
Varieties and their characteristics	
Origin	
Abiotic Components (soil requirements, water, temperature . . .)	

Cultivation	
Countries cultivated in (international, national)	
Acreage in hectares (international, national)	
Importing and exporting countries	

Sowing and Maintenance Measures	
Sowing	
Maintenance measures and weed regulation	
Fertilisation	
Pests	
Possible crop rotation	

Harvest and Use	
Harvest	
Possible use	

Other Information

1.4 Sojaanbau

J. Varga, W. Lindner, M. Scheuch, I. Wenzl, C. Schieder, S. Kapelari

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Im Zuge der mascil-Reihe „Soja“ lernen Schülerinnen und Schüler verschiedener Schulstufen die Pflanze kennen. Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Österreichs ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler herauszufinden, unter welchen Bedingungen Sojabohnen in Österreich am besten wachsen und die Landwirte über Soja und dessen Anbau zu informieren. Praktisches Wissen dazu wird aus eigenen Beobachtungen zum Anbau abgeleitet und in weiteren Unterrichtseinheiten zum Thema besprochen.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 11–15

Zeitbedarf: 4 Unterrichtseinheiten (200 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#sojaanbau

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- an der aktuellen Thematik „Sojaanbau in Österreich“ arbeiten
- Wissen über Pflanzenwachstum und Sojaanbau generieren
- die globale Relevanz von Soja erkennen
- bereits vorhandenes, durch Beobachtungen neu hinzugekommenes und durch Lehrpersonen vermitteltes Wissen vernetzen
- eine Hypothese und ein Beratungsgespräch formulieren

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** globaler Sojaanbau und die aktuelle Diskussion des Sojaanbaus in Österreich
- **Rolle/Beruf:** Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer erforschen die Schülerinnen und Schüler die Sojabohne in Hinblick auf deren optimalen Wachstumsfaktoren, um mit den daraus resultierenden Ergebnissen ein Beratungsgespräch mit Landwirten zu führen.

- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler bilden Hypothesen, führen experimentelle Untersuchungen durch und protokollieren diese. Sie verknüpfen ihre Beobachtungen und Hypothesen mit den gesammelten Daten, woraus sie Informationen für eine Beratung ableiten.
- **Produkt:** Beratungsgespräch/-schreiben

Leitfaden für die Lehrperson

Bei dieser Aufgabe sollen Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen Hypothesenbilden und Beobachten ermutigt werden. Durch verschiedene Ansätze können unterschiedliche, das Sojawachstum beeinflussende Faktoren beobachtet werden. Die „Blind"-Ansätze ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern eigene Ideen oder Vorstellungen zum Pflanzenwachstum und dessen Beeinflussung einzubringen. Des Weiteren können sie ihre Hypothesen durch den Unterrichtsinhalt der nachfolgenden Stunden ergänzen.

- Ziel: Hypothesen generieren und überprüfen sowie relevante Informationen aus der Beobachtung für ein Beratungsgespräch ableiten
- Thematik: Die Schülerinnen und Schüler sollen eigene Vorstellungen, Erlerntes und Beobachtetes mit praxisnahen Aufgaben verbinden.
- Auswirkungen: Mit der Aufgabe soll die Problematik des Sojaanbaus in Österreich thematisiert sowie relevante Informationen über den Sojaanbau gesammelt werden, die in weiteren Aufgaben der MASCIL-Reihe „Soja" verwendet werden können.

Arbeitsmethoden

- Brainstorming, Hypothesenbildung und Planung des Monitorings
- Sojabohnen anpflanzen und Protokollierung
- Hypothese überprüfen und ggf. verändern
- Experimentansätze auswerten
- Ergebnisse ableiten und ein Beratungsgespräch bzw. -schreiben formulieren

Herausforderungen

Ist der Auftrag klar formuliert? Sind die verwendeten Wirtschaftsdaten auf dem aktuellen Stand?

Informationen zur Durchführung

Die Schülerinnen und Schüler erhalten vier ihnen unbekannte Erdproben, eine von der Lehrperson vorbereitete Lösung mit dem Inokulum und die Sojabohnen.

Das als Pulver bezogene Inokulum (z. B. aus dem Lagerhaus online zu bestellen) wird im Wasser gelöst (1 EL auf 1/2 l Wasser) und den Schülerinnen und Schülern als Lösung für den Ansatz 3 und 4 zur Verfügung gestellt. In der Landwirtschaft werden die Samen der Sojabohne mit dem Inokulum direkt vermischt und gemeinsam ausgesät. Der Sand, der im Verhältnis von 1:1 zu den jeweiligen Erden hinzugefügt werden soll, dient der Verbesserung der Bodenstruktur, da er zur Auflockerung der Erde beiträgt. Aus den Ansätzen ergibt sich folgende experimental-theoretische Aufteilung:

Ansatz 1	Blumenerde + Sand (1:1)	(Kontrollgruppe)
Ansatz 2	Gartenerde (+ Kressesamen) + Sand (1:1)	(Experimentansatz 1)
Ansatz 3	Gartenerde + Sand (1:1) + Lösung Inokulum	(Experimentansatz 2)
Ansatz 4	Blumenerde + Sand (1:1) + Lösung Inokulum	(Experimentansatz 3)

Der Ansatz 1 dient als Kontrollgruppe. Hier werden die Sojabohnen in eine „sterile“ Blumenerde aus dem Warenhandel gesetzt. Es sollten keine konkurrierenden Individuen in der Erde vorhanden sein, ebensowenig Knöllchenbakterien. Erwartet wird, dass im Ansatz 2 eventuell Beikräuter das Wachstum der Pflanze beeinflussen (Unkrautsamen in der Gartenerde). Sollte das Experiment im Wintersemester durchgeführt werden, empfiehlt es sich Kressesamen unterzumischen, da diese unabhängig von der Tageslänge keimen. Ansatz 3 und 4 erweitern die beiden ersten Ansätze um die Zugabe des Inkulums, wodurch mit Knöllchenbakterien Wurzelknöllchen gebildet werden sollten. Durch eine ausreichende Versorgung mit Stickstoff durch bakterielle Stickstoffversorgung soll ein begünstigtes Wachstum der Pflanze beobachtet werden können.

Weitere Informationen

Die Keimung dauert ca. 10 Tage. Sojabohnen brauchen viel Licht für ihr Wachstum.

Die Knöllchenbakterien an den Wurzeln sind nach 4–5 Wochen zu erkennen. Die Färbung der aufgeschnittenen Knöllchen zeigt die Aktivität der Knöllchenbakterien an. Dazu müssen zunächst die Wurzeln gewaschen werden. Bei rot gefärbten Knöllchen wurde der Farbstoff Leg-Hämoglobin eingelagert und die Knöllchenbakterien sind aktiv. In grünen oder weißlichen Knöllchen sind die Knöllchenbakterien nicht aktiv.

Auswertungsmöglichkeiten

- Zählen der Knöllchen, Unterscheidung in aktive und inaktive, Vergleich zwischen den Ansätzen
- Gewicht der Knöllchen mit Gewicht der gesamten Biomasse vergleichen: einfache Statistik pro Ansatz, Vergleich zwischen den Ansätzen
- Vergleich von Anzahl und Größe der Knöllchen zwischen den Ansätzen
- Verhältnis Wurzel: oberirdischer Pflanzenteil (Größe, Gewicht, Anzahl der Blätter bei der oberirdischen Pflanze, ...), Vergleich zwischen den Ansätzen

Die Gestaltung des Protokolls bleibt den Schülerinnen und Schülern überlassen. Es eignen sich ein Beobachtungsprotokoll, eine Fotodokumentation oder mittels Apps (*explain everything* oder *stop motion*) erstellte Kurzvideos.

Es kann die Länge des Sprosses sowie die Länge und Breite der Blättchenspreiten (gefiedertes Blatt) regelmäßig gemessen und die Anzahl der Blättchen gezählt werden. Zur Bestimmung der Blattoberfläche können diese als „Ellipse“ modelliert und mittels Ellipsen-Rechner (http://rechneronline.de/pi/ellipse.php) der Zuwachs an Gesamtblattoberfläche bestimmt werden, ohne die Blätter zu beschädigen. In den weiteren Unterrichtseinheiten sollen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit bekommen, das Pflanzenwachstum ihrer Sojabohnen zu protokollieren. Der Datenauswertung und Diskussion wird ein wichtiger Stellenwert eingeräumt. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler verstehen, welche Faktoren das Wachstum der Sojabohne beeinflussen. Sie sollen herausfinden, welchen Einfluss das Inokulieren hat und dass nicht die Anzahl der Knöllchen, sondern die Aktivität der Bakterien

in den Knöllchen Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen hat. Sie sollen überlegen, welche Hypothesen sie durch ihre Daten stützen oder widerlegen können und welche Faktoren, zusätzlich zu den „beschriebenen", Einfluss haben können. Anschließend sollen sie sich als Expertinnen und Experten für Sojabohnen auf eine Methode einigen, mit der sie den Landwirten ihre Erkenntnisse am besten näherbringen können. Sie können sich grafische bzw. tabellarische Darstellungsformen überlegen, die ihre Ergebnisse übersichtlich machen. Die Schülerinnen und Schüler sollen bereits vorhandenes Wissen, zum Beispiel über Photosynthese, CO_2, Stickstoff- oder Wasserkreisläufe, Tierzucht oder Ernährung, aktivieren und überlegen, wie dieses Wissen helfen kann, die unterschiedlichen Aspekte des Sojawachstums zu erklären bzw. welche möglichen Folgewirkungen Ernährungsgewohnheiten, großflächiger Sojaanbau etc. auf landwirtschaftlich geprägte Ökosysteme haben können. Zusätzliche Information kann auch aus den weiteren Materialien zum MASCIL-Reihe „Soja" entnommen werden.

Arbeitsblatt

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Die Länder mit der größten Sojaproduktion sind die USA, Brasilien, Argentinien und China. Aufgrund der negativen Umwelteinflüsse durch den Import und der internationalen Verwendung von genetisch verändertem Soja plant Österreich auf seinen Ackerflächen vermehrt Soja anzubauen. Die Landwirte wissen aktuell noch zu wenig über den Anbau von Sojapflanzen und befürchten Ertragsverluste und finanzielle Einbußen. Als Mitarbeiterinnnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Österreichs ist es eure Aufgabe herauszufinden, unter welchen Bedingungen Sojabohnen in Österreich am besten wachsen und die Landwirte über Soja und deren Anbau zu informieren. Praktisches Wissen dazu wird aus eigenen Beobachtungen zum Anbau abgeleitet und in weiteren Unterrichtseinheiten zum Thema besprochen.

Benötigte Materialien

- 4 Rosentöpfe pro Gruppe (mindestens 2 l besser 4 l Volumen; wichtig! Töpfe mindestens 20 cm tief, da die Sojapflanze ein Tiefwurzler ist)
- 12 Sojabohnen pro Gruppe

- Kressesamen
- 4 Erdproben
- Pipette und Lösung
- Protokollierungsmaterial für die Schülerinnen und Schüler (Stift, Papier, Beschriftungsmaterial etc.)
- Gießkanne
- Auswertung: Waage, 1 Maßband pro Gruppe

Aufgabe und Durchführung

Verwendet die Erdproben 1–4, um zu überprüfen unter welchen Bedingungen die Sojapflanzen am besten wachsen. Beobachtet die Versuchsansätze und dokumentiert die Beobachtungen über mehrere Wochen (zumindest 4–5) hinweg. Formuliere eine Hypothese zu den Wachstumsunterschieden bei den Sojapflanzen, die sich nach ca. 4–5 Wochen zeigen. Überlege dir eine Möglichkeit, wie du deine Hypothesen überprüfen kannst. Protokolliert eure Ergebnisse und verfasst ein Informationsschreiben an die Landwirte.

Anbauanleitung für die Erdproben 1–2:

- Fülle die Erde in die beschrifteten Töpfe.
- Bohre mit einem Stift drei, jeweils 2 cm tiefe Löcher in die Erde.
- Gib jeweils eine Sojabohne in eines der Pflanzlöcher.
- Schließe die Pflanzlöcher mit Erde.
- Gieße den Ansatz.

Anbauanleitung für die Erdproben 3–4:

- Fülle die Erde in den beschrifteten Topf.
- Bohre mit einem Stift drei, jeweils 2 cm tiefe Löcher in die Erde.
- Gib jeweils eine Sojabohne in eines der Pflanzlöcher.
- Pipettiere 2 ml der Lösung auf die Sojabohne.
- Schließe die Pflanzlöcher mit Erde.
- Gieße den Ansatz.

In den kommenden Wochen solltest du die Ansätze ca. jeden 2. Tag gießen!

Handout

Soy is cultivated around the world and is stimulating the world market. It has become the most important plant-based protein source. The countries with the largest soy acreage are the US, Brazil, Argentina and China. Due to the negative environmental consequences of large imports as well as the international use of genetically modified soy, Austria is planning to cultivate more soy on their soil. However, to date Austrian farmers know relatively little about its cultivation and are worried about financial and harvest loss.

As employees of the Austrian Chamber of Agriculture it is your task to find out how soy could be cultivated in Austria and to inform the farmers about the soy plant and its cultivation. Practical knowledge will be derived from your own observations in cultivation experiments and will be discussed during further lessons.

Material

- 4 rose pots per group (mindestens 2 l, better 4 l; it is important that the pots be at least 20 cm high, since the soy plant's roots grow deep)
- 12 soy beans per group
- cress seeds
- 4 soil samples
- Pipette and solution
- material for the students to keep notes (pens, paper, labelling material etc.) watering can
- Analysis: scale, 1 tape measure per group

Task

Use the soil samples 1–4 to find out under which conditions soy plants grow best. Observe the different pots and take notes during the course of a couple of weeks (at least 4–5). Come up with a hypothesis regarding the differences in growth, which will be visible after 4–5 weeks. Think about how to test your hypothesis. Take notes of your results and write an information letter to the farmers.

Instructions for soil samples 1–2:

- put the soil in the labelled pots
- using a pen, create three holes each 2 cm deep in the soil
- put one soybean in each hole
- cover the holes with soil
- water the soil

Instruction for soil samples 3–4:

- put the soil in the labelled pots
- using a pen, create three holes each 2 cm deep in the soil
- put one soybean in each hole
- using a pipette, put 2 ml of the solution onto the soy bean
- cover the holes with soil
- water the soil

During the upcoming weeks you should water the pots every 2 days!

1.5 Inhaltsstoffe der Sojabohne

J. Varga, W. Lindner, M. Scheuch, I. Wenzl, S. Rafolt, C. Schieder, S. Kapelari

Als Ernährungswissenschaftlerinnen und Ernährungswissenschaftler sollen die Schülerinnen und Schüler die Inhaltsstoffe von Soja im Vergleich zu anderen Nahrungsmitteln analysieren. Dazu werden ihnen Versuche vorgestellt, die sie selbstständig in Gruppen durchführen können. Auf Basis ihrer allgemeinen biologischen Kenntnisse und des erworbenen Wissens über Soja sollen die Schülerinnen und Schüler Hypothesen formulieren und überprüfen sowie ihre Ergebnisse anschaulich darstellen und präsentieren.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 11–15

Zeitbedarf: 1–2 Unterrichtseinheiten (50–100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#inhalt-soja

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Informationen selbstständig erarbeiten
- relevante Informationen exzerpieren
- analytisch und logisch denken
- Hypothesen generieren und überprüfen
- Informationen kreativ darstellen und präsentieren
- bekannte mit neuen Wissensinhalten kombinieren

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** stoffliche Komponenten der Sojabohne
- **Rolle/Beruf:** Als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer erforschen die Schülerinnen und Schüler die Inhaltsstoffe der Sojabohne.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler führen Analysen durch, protokollieren diese und stellen die Ergebnisse tabellarisch dar.
- **Produkt:** qualitative Liste von Inhaltsstoffen der Sojabohne

Leitfaden für die Lehrperson

Bei dieser Aufgabe sollen Schülerinnen und Schüler die Inhaltsstoffe von unterschiedlichem Pflanzenmaterial analysieren und vergleichen. Dabei sollen zuerst Hypothesen formuliert und anschließend überprüft werden. Die vorgegebenen Versuche und deren Anleitung dienen der Orientierung. Die Ergebnisse sollen in Bezug auf ihre Relevanz für die menschliche Ernährung interpretiert werden.

- Ziel: Analyse der Inhaltsstoffe von Nahrungsmitteln und Interpretation für die menschliche Ernährung
- Thematik: Erforschen und Experimentieren
- Auswirkungen: Durch die Verbindung des Wissens über die menschliche Ernährung und den gemessenen Inhaltsstoffen sollen die Schülerinnen und Schüler zum kritischen Hinterfragen der menschlichen Ernährung bewegt werden. Die Informationen können für weitere Aufgaben der MASCIL-Reihe „Soja" verwendet werden.

Arbeitsmethoden

- Erwartungen formulieren und überprüfen
- Versuche planen, durchführen und dokumentieren
- Informationen sammeln, gestalten und präsentieren

Informationen zur Durchführung

Die Schülerinnen und Schüler können die zu analysierenden Pflanzenmaterialien selbstständig wählen, aber sollen diese nur jenen Nahrungsmitteln entnehmen, die für die menschliche Ernährung relevant sind. Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler mit den Sicherheitsvorschriften (siehe unten) und der Aufgabenstellung vertraut gemacht haben, sollen sie Überlegungen über eine mögliche Zusammensetzung der Inhaltsstoffe in den einzelnen Nahrungsmitteln anstellen und diese schriftlich festhalten. Die so formulierten Hypothesen sollen mithilfe der Versuche überprüft werden. Schlussendlich sollen die Schülerinnen und Schüler eine Verbindung zur menschlichen Ernährung herstellen und daraus Rückschlüsse ziehen. Die Ergebnisse können gruppen- oder klassenweise dargestellt werden.

Informationen zu den Inhaltsstoffen und Versuchen

Sicherheitsmaßnahmen beim Experimentieren: Konzentriertes und vorsichtiges Arbeiten, (unsichtbare) Lösungsdämpfe nicht einatmen, Hautkontakt mit den Chemikalien sowie (unbewusstes) Berühren von Augen und Mund durch die Finger vermeiden, nach der Arbeit Hände gründlich waschen, Arbeitsraum regelmäßig lüften

(1) Qualitativer Nachweis von Fett und Protein in Nahrungspflanzen

Dauer: ca. 60 min (Färben und Differenzieren jeweils ca. 30 min)

Fette finden sich in der Pflanze vor allem im Samen, aber auch im Fruchtfleisch, und dienen als Struktur- und Reservestoffe. Lipophile Verbindungen und Fette können als Oleosomen im Cytoplasma, in Fettvakuolen oder in Elaioplasten gespeichert sein. Der qualitative Nachweis dieser erfolgt hier über Einfärben mit der Sudan-IV-Lösung. Sudan-IV ist ein stark apolarer (lipophiler, hydrophober) Farbstoff und daher sehr gut fettlöslich. Folglich ist Sudan-IV in polaren (lipophoben, hydrophilen) Phasen, wie Wasser, unlöslich. Löst sich Sudan-IV in Fettphasen, werden diese rot und lassen sich so von wässrigen Phasen unterscheiden. Für den Fettnachweis bei Getreidekörnern (Karyopsen) wird ein dünner Längsschnitt eines gesamten Getreidekorns in die Sudan-IV-Lösung gelegt. Nach der Differenzierung in Ethanol kann die rote Färbung des Fette speichernden Keimlings makroskopisch beobachtet werden.

Proteine treten in allen Pflanzenzellen auf und werden sowohl kolloidal als auch kristallartig gespeichert. Proteinkristalle sind unter dem Mikroskop häufig sichtbar. Mit einer Coomassie-Brilliant-Blue-Lösung lassen sich Proteine qualitativ nachweisen. Eine solche Färbelösung setzt sich aus Coomassie-Brilliant-Blue G250, konzentrierter Essigsäure und konzentriertem Methanol zusammen. In dieser sauren Lösung werden die Aminosäuren protoniert und bilden so einen Komplex mit dem Farbstoff Coomassie-Brillant-Blau G-250. Dieser ist zunächst rötlich, in seiner unprotonierten, anionischen Form jedoch blau.

(2) Qualitativer Nachweis von Stärke in Nahrungspflanzen

Dauer: ca. 10 min

Bei der Photosynthese produzieren Pflanzen Glucose. Die daraus aufgebaute Stärke wird in Reserveorganen wie Früchten und Wurzeln, genauer in den Amyloplasten in Form von Stärkekörnern, abgelagert. Diese Stärkekörner

sind unter dem Mikroskop sichtbar. Qualitativ kann Stärke mit Iodlösungen nachgewiesen werden. Stärke ist ein Makromolekül und entsteht aus über 100 verketteten Glucoseringen. Manche dieser Ketten sind spiralförmig. In die Hohlräume werden die zunächst rötlich gefärbten Polyiodid-Ionen (I_5^-) der Lugol'schen Lösung (Kalium-Iodid-Lösung) eingelagert. Dadurch wird oranges Licht stärker absorbiert und eine starke Blaufärbung ist die Folge. Alternativ zur Lugol'schen Lösung können auch andere Iodlösungen, zum Beispiel aus Providon-Iod (erhältlich als Betaisodona von Mundipharma), verwendet werden.

(3) Halbquantitativer Nachweis von Vitamin C, Glucose und Proteinen

Dauer: ca. 5–20 min, je nach Probenvorbereitung

Vitamin C (Ascorbinsäure), Glucose und Proteine in Lösung können mit vorgefertigten Teststäbchen kolorimetrisch nachgewiesen werden. Dabei ändert ein Indikator auf dem Teststäbchen seine Farbe, wenn er mit dem zu analysierenden Stoff (Probe) reagiert. Lösungen gleicher Farbe bzw. Farbintensität enthalten die gleiche Probemenge. Über den Vergleich der erhaltenen Farbe mit einer kalibrierten Farbskala kann die Konzentration der Probe abgeschätzt werden. Die Vorteile der hier vorgestellten Methoden liegen in der sicheren, schnellen und einfachen Anwendung. Nachteilig ist jedoch die Ungenauigkeit, wodurch die Messergebnisse nicht mit den in der Literatur angegebenen Werten verglichen werden können. Die fehlende Vergleichbarkeit beruht aber auch auf Sorten-, Alters- und Lagerungsunterschieden.

Die Ascorbinsäure-Konzentration in der Probelösung (Obst- oder Gemüsesaft) wird mit Teststäbchen von Merck (Merckoquant-Ascorbinsäure-Test) ermittelt. Dabei wird die Ascorbinsäure in der Lösung durch einen Farbumschlag des Indikators von gelb nach blau angezeigt. Der Nachweis beruht auf einer Redox-Reaktion, wobei Molybdän-Atome im Indikator durch die Ascorbinsäure reduziert werden. Durch die Elektronenverschiebungen ändert sich die Farbe des Indikators von gelb (Molybdatophosphorsäue-Hydrat) nach blau (Phosphormolybdänblau).

Glucose und Proteine werden mit Teststäbchen von Roche (Combur 4 Test N) nachgewiesen, mit denen normalerweise Urinproben analysiert werden. Auf einem Teststäbchen sind verschiedene Testfelder vorhanden, die den Nachweis von klinisch relevanten Urinbestandteilen ermöglichen. Der Test kann, wie hier beschrieben, zweckentfremdet werden. Dabei sollen nur ungequollene Getreidekörner verwendet werden, da die Protein- und Kohlenhydrat-

synthese sehr schnell nach Quellungsbeginn einsetzen sowie die enthaltene Stärke in ihre Glucose-Bestandteile zerlegt wird.

Proteinnachweis: Auf dem entsprechenden Testfeld ist ein Puffergemisch und ein Bromphenolblau-ähnlicher Indikator (3′,3″,5′,5″-Tetrachlorphenol-3,4,5,6-tetrabromsulfophthalein), der im sauren Milieu (pH = 3,0) eine gelbe Farbe, im nur etwas weniger sauren Milieu (pH = 3,4) hingegen eine grüne Farbe hat. Aufgrund eines Fehlers des Indikators wird die pH-Messung durch Proteine bzw. Amino-Gruppen, die an den Indikator binden, gestört (Proteinfehler). Dieser Fehler wird für den Proteinnachweis genutzt. Im sauren Milieu (pH = 3,0) ändern Proteine ihre Struktur: Die Amino-Gruppe ($R\text{-}NH_2$) wird vom gelben Indikator (H-Ind) protoniert. Die entstehenden Ionen, die Amino-Gruppe ($R\text{-}NH_3^+$) und der nun grüne Indikator-Rest (Ind^-), ziehen sich an. Ein steigender Proteingehalt, speziell Albumin, wird also mit einem Farbumschlag des Indikators von gelb nach grün angezeigt.
Glucosenachweis: Auf dem Testfeld befindet sich ein Enzymgemisch und ein Indikator (3,3′,5,5′-Tetramethylbenzidin). Glucose wird durch Luftsauerstoff oxidiert, aber erst dann, wenn das auf dem Testfeld befindliche Enzym Oxidase diese Redox-Reaktion katalysiert. Es entstehen Gluconolacton und Wasserstoffperoxid (H_2O_2). Dann oxidiert H_2O_2, katalysiert durch das Enzym Peroxidase, den Indikator. Durch die Elektronenverschiebungen erhält der Indikator eine blaue Farbe und das zuvor gelb gefärbte Testfeld erscheint grün.

Herausforderungen

Ist der Auftrag klar formuliert? Sind die verwendeten Wirtschaftsdaten auf dem aktuellen Stand? Sind alle Materialien zu besorgen?

Didaktisch-methodische Ideen

Durch das Generieren und Überprüfen von Überlegungen sollen Schülerinnen und Schüler erste Einblicke in wissenschaftliche Forschungsmethoden erhalten. Die Wiederholung und das Verknüpfen von Wissen mit neuen Inhalten festigen das Erlernte und helfen beim Verinnerlichen desselben. Die verwendeten Pflanzenmaterialien sollen für die Ernährung der Schülerinnen

und Schüler relevant sein sowie einen einfachen und anschaulichen Nährstoffnachweis ermöglichen. Wir empfehlen maximal sieben unterschiedliche Pflanzenproben zu wählen.

Arbeitsblatt

Soja wird weltweit als wichtigster pflanzlicher Eiweißlieferant angebaut und kurbelt den globalen Weltmarkt an. Als Nahrungsmittel wird die Sojabohne aufgrund ihrer essentiellen Inhaltsstoffe angepriesen. Durch die Verwendung als Zusatzstoff landet sie häufiger auf den Tellern, als es den meisten bewusst ist. Als Ernährungswissenschaftlerin oder Ernährungswissenschaftler sollst du dir zunächst überlegen, aus welchen Inhaltsstoffen die vorgegebenen Nahrungsmittel bestehen. Überprüfe anschließend deine Vermutungen experimentell. Die Ergebnisse der Versuche sollen in der Gruppe besprochen, interpretiert und der restlichen Klasse vorgestellt werden. Verbinde diese mit deinem Wissen über die menschliche Ernährung und den Nährstoffbedarf.

Benötigte Materialien

- Stifte, Papier
- Computer- und Internetzugang
- Literatur
- Pflanzenmaterial (tiefgekühlte, frische oder getrocknete Sojabohnen, Getreidekörner, Obst- und Gemüsesorten wie Äpfel/Birne, Kartoffel, Banane, etc.)
- Mikroskope und Zubehör
- kleine Glasgefäße mit Deckel
- destilliertes Wasser
- Sudan-IV-Färbelösung
- Ethanol
- Coomassie-Brilliant-Blue-Färbelösung
- Methylacetat-Entfärbelösung
- Lugol'sche Lösung
- Messer und Schneidebrett
- Bechergläser
- Saftpresse

- Glasstab
- Kaffeemühle
- Waage
- Zentrifuge
- Faltenfilter
- Reagenzgläser
- Merckoquant-Ascorbinsäure-Test (aus der Apotheke)
- Combur 4 Test N (Harnstreifen aus der Apotheke)

Aufgabe und Durchführung

1. **Überlegungen und Erwartungen**

   Pflanzen sind für die menschliche Ernährung von grundlegender Bedeutung. Überlege, aus welchen Inhaltsstoffen und in welcher Zusammensetzung die gegebenen Pflanzenmaterialien bestehen. Vergleiche die einzelnen Pflanzenproben miteinander.

2. **Experimentieren**

   Führe die Versuche wie in der Anleitung dargelegt durch und dokumentiere deine Vorgehensweise, Beobachtungen und Messwerte in Form eines Forschungsprotokolls. Wie seid ihr zu euren Ergebnissen gekommen?

3. **Interpretation**

   Beschreibe die Ergebnisse der Versuche und vergleiche diese anschließend mit deinen zuvor formulierten Überlegungen. Welche Ergebnisse liegen vor? Stimmen diese mit euren Überlegungen überein? Worauf basieren evtl. Erwartungsfehler?

4. **Menschliche Ernährung**

   Überlege dir die Bedeutung der Ergebnisse für die menschliche Ernährung. Formuliere ein Informationsschreiben für eine populäre Zeitschrift.

Anleitung zu den Versuchen

aus: Brünoth, M. (2008). Nahrungspflanzen und ihre Inhaltsstoffe. Diplomarbeit. Universität Innsbruck

(1) Qualitativer Nachweis von Stärke in Nahrungspflanzen

Material: Mikroskop, Mikroskopierzubehör, Leitungswasser, Lugol'sche Lösung, Pflanzenmaterial

Ziel: Der Pflanzeninhaltsstoff Stärke soll durch Anfärben mit Lugol'scher Lösung qualitativ nachgewiesen werden.

Sicherheitsvorkehrungen Arbeite mit der Lugol'schen Lösung vorsichtig, da sie schwer zu entfernende Flecken auf Haut und Kleidung hinterlässt!

Arbeitsanleitung

1. **Präparat herstellen**

   Fertige ein Schabepräparat an, indem du mit einer Lanzettnadel oder einer Rasierklinge von einer frisch angeschnittenen Fläche des Versuchsobjektes einige Zellen abschabst und sie in einen Wassertropfen auf einen Objektträger überträgst. Versuche anschließend unter dem Mikroskop Stärkekörner zu finden.

2. **Einfärben**

   Gib einen Tropfen Lugol'sche Lösung an den Deckglasrand und sauge die Lösung mit Filterpapier unter dem Deckglas so durch, dass du einen Farbgradienten erhältst.

3. **Beobachten**

   Beobachte die Verfärbungen unter dem Mikroskop. Was kannst du beobachten? Kannst du diese Beobachtungen erklären?

(2) Qualitativer Nachweis von Fett und Protein in Nahrungspflanzen

Material: Mikroskop, Mikroskopierzubehör, kleine Glasgefäße mit Deckel; destilliertes Wasser, Pflanzenmaterial;
Fettnachweis: Sudan-IV-Färbelösung, Ethanol-Entfärbelösung;
Proteinnachweis: Coomassie-Brilliant-Blue-Färbelösung, Methylacetat-Entfärbelösung

Ziel: Die Pflanzeninhaltsstoffe Fette und Proteine sollen durch Anfärben mit Sudan-IV-Lösung bzw. Coomassie-Brilliant-Blue-Lösung qualitativ nachgewiesen werden.

Sicherheitsvorkehrungen Methylacetat enthält giftiges Methanol und die Färbelösungen enthalten ebenfalls bedenkliche Stoffe. Arbeite daher mit allen Lösungen vorsichtig. Das heißt: Die Lösungen nicht einatmen, Hautkontakt unbedingt vermeiden und nach der Arbeit Hände gut waschen.

Arbeitsanleitung

1. **Präparation**

   Fertige dünne Schnitte an und untersuche sie unter dem Mikroskop auf Proteinkristalle und Fetttropfen.

2. **Lösungen in Gläser füllen**

   Fettnachweis: Befülle ein kleines Glasgefäß mit ein wenig Sudan-IV-Lösung sowie ein anderes mit der dazugehörigen Entfärbelösung. Verschließe die beiden Gefäße mit Deckeln.

   Proteinnachweis: Befülle ein weiteres Glasgefäß mit ein wenig Coomassie-Brilliant-Blue-Lösung sowie ein anderes mit der dazugehörigen Entfärbelösung. Verschließe die beiden Gefäße mit Deckeln.

3. **Färben**

   Fettnachweis: Überführe einen geeigneten Schnitt in die Sudan-IV-Lösung und nach ca. 15 min zum Differenzieren in die 96 %ige Ethanol-Entfärbelösung.

4. **Entfärben**

   Belasse die Schnitte für einige Minuten in der Entfärbelösung. Überführe die Schnitte anschließend in destilliertes Wasser und dann auf einen Objektträger.

5. **Beobachten**

   Beobachte die Verfärbungen unter dem Mikroskop. Was kannst du beobachten? Kannst du diese Beobachtungen erklären?

(3) Halbquantitativer Nachweis von Vitamin C, Glucose und Proteinen

Material: Messer, Schneidebrett, kleine Bechergläser, Saft- oder Zitronenpresse, Glasstab, Kaffeemühle, Waage, Zentrifuge, Faltenfilter, Teststäbchen mit Farbskalen, Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Reagenzglashalter, Messpipetten, destilliertes Wasser, Pflanzenmaterial

Ziel: Der Gehalt an Vitamin C, Glucose und Gesamtprotein in Nahrungspflanzen soll mithilfe von Teststäbchen halbquantitativ nachgewiesen werden.

Sicherheitsvorkehrungen Verschließe die Teststäbchen-Dosen sofort nach Entnahme eines Teststäbchens wieder, damit die Teststäbchen in der Dose nicht mit anderen Substanzen in Berührung kommen und so lange haltbar bleiben. Achte darauf die Testfelder der Teststäbchen nicht zu berühren.

Arbeitsanleitungen

1. **Probenvorbereitung Obst und Gemüse**

   Zerschneide das zu untersuchende Obst oder Gemüse mit einem Messer und quetsche es mit einer Presse aus, sodass du ein wenig Obst- bzw. Gemüsesaft erhältst. Fülle den Saft in ein kleines Becherglas. Ist der Saft stark gefärbt, kannst du ihn mit einer definierten Menge destillierten Wassers verdünnen (Verhältnis notieren, z. B. 1:1, 1:4).

2. **Probenvorbereitung für Getreidekörner, Samen und Nüsse**

   Zermahle einige der Körner, Samen oder Nüsse mithilfe einer elektrischen Kaffeemühle oder eines anderen geeigneten Gerätes. Wiege eine bestimmte Menge (z. B. 3 g) des Pulvers in ein Becherglas und versetze es danach mit einer bestimmten Menge destillierten Wassers (z. B. 10 ml). Lasse die Suspension ca. 15 min stehen. Filtriere die Suspension anschließend durch einen Faltenfilter in ein anderes Becherglas. Anstelle des Filtrierens kannst du auch zentrifugieren. Fülle das Filtrat danach in ein leeres Becherglas.

3. **Vitamin C-Nachweis**

   Tauche die Reaktionszone des Teststäbchens ca. 1 s in die Lösung im Becherglas oder drücke sie ca. 5 s lang auf eine frisch angeschnittene Stelle des zu untersuchenden Obsts bzw. Gemüses. Schüttle überschüssige Flüssigkeit vom Stäbchen ab und versuche nach 10 s die Farbe der Reaktionszone bestmöglich einem Farbfeld der Farbskala für Vitamin C zuzuordnen.

4. **Glucose- und Proteinnachweis**

   Tauche alle Reaktionszonen des Teststäbchens ca. 1 s in die Lösung im Becherglas oder drücke sie ca. 5 s lang auf eine frisch angeschnittene Stelle des zu untersuchenden Obsts bzw. Gemüses. Schüttle überschüssige Flüssigkeit vom Stäbchen ab und versuche anschließend nach 60 s die Farbe der Reaktionszonen bestmöglich jeweils einem Farbfeld der Farbskalen für Glucose und Protein zuzuordnen.

5. **Kontrolle und Mittelung**

   Führe die beiden Nachweise für jede Probe insgesamt mindestens drei Mal durch und notiere die ermittelten Konzentrationen. Bilde zum Schluss einen Mittelwert.

Handout

Soy is cultivated around the world and is stimulating the world market. It has become the most important plant-based protein source. Due to its nutritional components the soy bean has become very popular. Being used as an additive to various food products, soy ends up on people's plates more often than they would know of.

You are working as a nutritionist and therefore need think about which nutritional components you would expect in the selected food samples. Test your hypotheses by carrying out the experiments. The results should be discussed and interpreted within the group before presenting them to the entire class. Connect your results with your knowledge about human nutritional habits and needs.

Material

- Pens, Paper
- Computer and internet access
- Literature
- Plant material (frozen, fresh or dried soy beans, cereal seeds, fruit or vegetables such as apples, pears, potatoes, banana, etc.)
- Microscopes and equipment
- Small glass containers with lids
- Distilled water
- Sudan-IV staining solution
- Ethanol
- Coomassie Brilliant Blue staining solution
- Methyl acetate
- Lugol's iodine
- Knives and cutting boards
- Glass cups
- Juice extractor
- Glass stick
- Coffee grinder
- Scale
- Centrifuge
- Folded filter
- Test tubes
- Merckoquant ascorbic acid test (from pharmacy)
- Combur 4 Test N (urine test strips from pharmacy)

Carrying out the task

1. **Considerations and Expectations** Plants play an integral part in human nutrition. Consider which nutritional components and compositions you would expect in the various plant materials. Compare the samples with each other.

2. **Experiments**

   Carry out the experiments as described in the instructions. Document your results. How did you achieve these results? Keep a research log.

3. **Interpretation**

   Describe the results from the experiments and compare them with the hypotheses you generated before. What are your results? Do they match your hypotheses? What could be the reasons for possibly different expectations?

4. **Human nutrition**

   Think about the significance of your results for human nutrition. Write an informative article for a popular magazine.

Experiment instructions

Source: Brünoth, M. (2008). Nahrungspflanzen und ihre Inhaltsstoffe. Diplomarbeit. Universität Innsbruck

(1) Qualitative starch detection in food plants

Material: Microscope and equipment, tap water, Lugol's iodine, plant material

Aim: A qualitative detection of starch using Lugol's iodine's staining effects.

Safety precaution Be careful when working with Lugol's iodine as it stains skin and fabrics!

Instructions

1. **Preparing the sample**

   Prepare the sample by scraping cells from a freshly cut area of your object using a razor or lancet needle. Add the cells to a drop of water on a microscope slide. Try to indentify granules of starch (amylum) under the microscope.

2. **Staining**

   Add a drop of Lugol's iodine to the edge of the cover glass and create a colour gradient by using filter paper to draw the liquid through.

3. **Observation**

   Observe the stains under the microscope. What do you observe? Can you explain this observation?

(2) Qualitative lipid and protein detection in food plants

Material: Microscope and equipment, small glass containers with lids, distilled water, plant material, Lipid detection: Sudan-IV staining solution, ethanol (destaining solution); Protein detection: Coomassie Brilliant Blue staining solution, methyl acetate destaining solution

Aim: The qualitative detection of lipids and proteins in plants by staining them with a Sudan-IV solution and respectively a Coomassie Brilliant Blue solution.

Safety precaution Be careful when working with methyl acetate (destaining solution) as it contains methanol which is hazardous to one's health!

Instructions

1. **Preparation**

   Prepare thin slices and examine them for lipid drops and proteins crystals under the microscope.

2. **Putting the solutions in containers**

   Lipid detection: Add a small amount of Sudan-IV solution to a small glass container. Add the destaining solution to another glass container. Cover both with lids.

   Protein detection: Add a small amount of Coomassie Brilliant Blue solution to another container. Prepare a fourth container with destaining solution. Cover both containers with lids.

3. **Staining**

   Lipid detection: Add a suitable sample slice to the Sudan-IV solution and transfer it into the destaining solution (96 % ethanol) after approx. 15 min for differentiation.

   Protein detection: Add a suitable sample slice to the Coomassie Brilliant Blue solution and transfer it into the destaining solution (methyl acetate) after approx. 15 min for differentiation.

4. **Destaining**

   After a couple of minutes of differentiation, transfer the samples into distilled water on a microscope slide and observe the decolourisation under the microscope.

(3) Semi-quantitative detection of vitamin C, glucose and proteins

Material: Knife, cutting board, small cups, juice extractor, glass stick, coffee grinder, balance, centrifuge, folded filter, test strips, colour range, test tubes and holder, measuring pipettes, distilled water, plant material

Aim: The amount of vitamin C, glucose and total protein in food plants is to be tested semi-quantitatively by using test strips.

Safety precaution Close the test strip container immediately to avoid contamination with other substances and to ensure durability.

Instructions

1. **Sample preparation (fruit and vegetables)**

   Cut the fruit and vegetables and extract their juice using a juice extractor. Put the juice in a glass cup. In case its colour is to strong, dilute it with distilled water. Take notes of the ratio (e. g. 1:1, 1:4)

2. **Sample preparation for cereal grains, seeds and nuts**

   Grind the seeds, grains or nuts with a coffee grinder or any other suitable gadget. Weigh out a defined amount of it (e. g. 3 g) into a glass cup and mix it with distilled water (e. g. 10 ml). Let it sit for 15 minutes.

   Filter the suspension with a folded filter into another glass cup. Instead of filtering it, you could also centrifuge it. Put the filtrate into an empty glass cup.

3. **Vitamin C detection**

   Dip the test strip into the solution for approx. 1 second or press it against a freshly cut part of the fruit or vegetable for approx. 5 seconds. Shake off any excess liquid. After 10 seconds, try to classify the colour shown in the reaction zone of the test strip by comparing it with the vitamin C colour range.

4. **Glucose and protein detection**

   Dip the reaction zones of the test strips into the solution for approx. 1 second or press the test strip against a freshly cut part of the fruit or vegetable for approx. 5 seconds. Shake off any excess liquid. After 60 seconds, classify the colours by comparing them with the glucose and protein colour ranges.

5. **Check and determine**

   Repeat the detection tests three times for each sample and write down the different concentrations. Finally, determine the mean value.

1.6 Soja in der Ernährung

J. Varga, W. Lindner, M. Scheuch, I. Wenzl, C. Schieder, S. Kapelari

In Neustadt soll in der Gemeinderatssitzung über das künftige Mittagstischangebot im Kindergarten entschieden werden. Der aktuelle Anbieter plant in Pension zu gehen und seinen Betrieb aufzugeben. Für die kommenden Jahre muss ein neuer Caterer gefunden werden. Nun stehen zwei Anbieter zur Auswahl. Einer, der traditionelle österreichische Hausmannskost zubereitet, und einer, der vegetarisch kocht. Durch regionale Initiativen, wie „we take care“, die sich für ein höheres Umweltbewusstsein einsetzt, und „a vegan day a week“, die den veganen Lebensstil anpreist, sind die Bewohnerinnen und Bewohner von Neustadt sensibler geworden. Es werden Stimmen laut, die eine vegetarische Ernährung schon im Kindergarten befürworten. Sojaprodukte sollen als Ersatz für tierisches Eiweiß verwendet werden. Die Bürgermeisterin möchte nun die unterschiedlichen Interessenvertreterinnen und Interessensvertreter anhören und in die Entscheidungsfindung einbinden, um eine möglichst breite Akzeptanz für das Mittagstischangebot im Kindergarten zu erreichen.

Die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Rollen unterschiedlicher, an der Diskussion beteiligter, Interessenvertreterinnen und Interessensvertretern. In zwei Sitzungen soll der Gemeinderat das Für und Wider zu vegetarischer Ernährung bzw. den Einsatz von Sojaprodukten in der Ernährung von Kleinkindern diskutieren und eine Pro- und Contra-Liste erstellen.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I und II

Alter: 13–17

Zeitbedarf: mindestens 4 Unterrichtseinheiten (200 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#soja-ernaehrung

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Informationen selbstständig erarbeiten
- relevante Informationen exzerpieren
- Diskussionen führen und argumentieren
- Entscheidungen begründen

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Umwelt- und ernährungsphysiologische Überlegungen tragen immer häufiger dazu bei, dass auch in westlichen Kulturkreisen Menschen gewillt sind, in ihrer Ernährung tierisches Eiweiß durch pflanzliches zu ersetzen. Sojaprodukte sind hierfür eine beliebte Alternative. Einige private wie öffentliche Einrichtungen setzen sich dafür ein, vegetarische Angebote auch in öffentlichen Einrichtungen (Betriebs-, Schulküchen, Mensa etc.) zu forcieren. Traditionelle Anbieter sind deshalb gefordert, ihr Speiserepertoire zu erweitern oder ganz auf vegetarische Küche umzusteigen.
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler übernehmen unterschiedliche Rollen in einer Gemeinde. Sie sollen sich in die Rolle einlesen und anschließend selbstständig nach weiteren Informationen suchen. Vorgeschlagen werden folgende Rollen:
  - neutrale Rollen: Bürgermeisterin, Arzt, Agrarberaterin
  - Pro-Fleischkonsum: Viehzuchtbetriebe, Gastwirtschaft, Eltern, Kindergartenleitung, Kraftsportlerin, Metzger
  - Pro-Sojakonsum: Gemüsebäuerin, vegetarische und vegane Gastwirtschaft, „Flexiane Eltern“, Vegane Eltern, NGO-Umweltaktivist, Tourismusmanagerin
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Sichtweise ihrer Rolle und sammeln Informationen, die für diese Rolle relevant sind, um in einer Diskussion ihren Standpunkt darlegen zu können.
- **Produkt:** Pro- und Contra-Liste zur Ernährung mit Soja im Kindergartenalter

Leitfaden für die Lehrperson

Dieses Rollenspiel dient dazu, Schülerinnen und Schüler eine Gelegenheit zu bieten, sich in andere Perspektiven und Sichtweisen hineinzuversetzen und dadurch ein differenzierteres Verständnis der Thematik zu entwickeln. Sie sollen sich mit Standpunkten auseinandersetzen, die vielleicht sogar im Widerspruch zu ihren eigenen Haltungen stehen und so ihre eigenen Vorstellungen hinterfragen. Einerseits können gezielt Informationen bzw. Rollenbeschreibungen angeboten werden, andererseits könnte es auch in der Verantwortung der Lernenden liegen, sich das Profil ihrer Rolle selbstständig

zu erarbeiten. Im Plenum kann die Lehrperson die Diskussion unterstützen und gegebenenfalls diese auch moderieren. In einer Gemeinderatssitzung übernimmt die Leitung häufig (aber auch nicht immer) die Bürgermeisterin bzw. der Bürgermeister. Die Diskussion wird in zwei Durchgängen geführt, um den Schülerinnen und Schülern Zeit zu geben, ihre Argumentationslinie weiter zu vertiefen bzw. diese dem Verlauf der Diskussion anzupassen. So besteht die Möglichkeit, neue Argumente zu recherchieren, um Gegenargumenten besser begegnen zu können. Hier genug Zeit zu geben ist wichtig, damit die Schülerinnen und Schüler auch erfahren können, dass es für eine informierte Diskussion Grundlagenwissen bedarf, welches man gegebenenfalls auch „nachjustieren" muss. Gerne dürfen auch eigene Ideen eingebracht werden. Eine Entscheidungsfindung kann – muss aber nicht – das erklärte Ziel der Gemeinderatssitzung sein. Entscheidungen können, wie im wirklichen Leben auch, vertagt werden. Viel wichtiger ist es, mit den Lernenden Antworten auf folgende Fragen zu erarbeiten:

- Was sind starke und was sind schwache Argumente?
- Welche Quellen sind verlässlicher, welche weniger?
- Woran erkennt man ideologisch gefärbte Aussagen?
- Wie geht man mit widersprüchlichen Aussagen aus vermeintlich verlässlichen Quellen um?

Arbeitsmethoden

- Informationen sammeln
- Argumentieren und kritisches Hinterfragen
- weiteres Vertiefen in die eigene Rolle

Informationen zur Durchführung

In der ersten Unterrichtseinheit zieht jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer eine Rollenkarte, die mehr oder weniger ausführlich die Einstellungen der zu verkörpernden Person beschreibt. Die Schülerinnen und Schüler können sich auch die Rollen aussuchen, wenn sie das möchten. Möglicherweise ist dies hilfreich, damit sie sich besser mit ihrer Rolle identifizieren. Im Anschluss daran haben die Schülerinnen und Schüler 30 min (oder mehr) Zeit, sich bereits erworbenes Wissen zu Soja in Erinnerung zu rufen, neue Informationen zu recherchieren und einen ersten Rahmen, in dem ihre Rolle später

argumentieren wird, abzustecken. Diese Einheit endet mit einer Plenarrunde, in der die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihren Standpunkt in der Gemeinderatssitzung vorstellen. Hierbei kann die Lehrperson gezielt eingreifen, wenn die Überzeugung, die die Person vertreten möchte, nicht hinreichend begründet wird. Nach dieser Vorstellung wird die Sitzung vertagt und ein Folgetermin festgesetzt.

Die Schülerinnen und Schüler haben nun Zeit, ihre Argumente vor dem Hintergrund der anderen Positionen weiter auszuarbeiten.

In der zweiten Unterrichtseinheit wird konkret darüber gesprochen, wie sich die Gemeinde Neustadt nun hinsichtlich des Mittagstischangebots im Kindergarten entscheiden soll. Die Bürgermeisterin möchte, dass die Entscheidung aufgrund einer Stärken-Schwächen-Analyse erfolgt. Als erster Schritt wird eine Pro- und Contra-Liste erarbeitet, die in weiterer Folge als Grundlage für die Entscheidung herangezogen werden soll. Der Gemeindesekretär wird gebeten, diese Liste auf einer Flip Chart oder auf der Tafel zu protokollieren, so dass der aktuelle Stand für alle immer gut einsehbar ist. Wenn es die vorhandene Unterrichtszeit erlaubt, kann noch eine weitere Arbeits-Pause eingeschoben werden, um die erarbeitete Pro- und Contra-Liste kritisch zu überdenken und eventuell weiterzuentwickeln. Im Plenum wird anschließend entschieden, was in Zukunft auf den Mittagstisch des Kindergartens kommen soll. Bei der Vergabe der Rollen ist zu beachten, dass es ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Pro- und Contra-Vertreterinnen und -Vertretern gibt.

Erwartet wird, dass sich die Schülerinnen und Schüler aus den vorgegebenen Informationen und durch weitere Internetrecherche eigene Standpunkte als Expertinnen und Experten erarbeiten. Sie sollen sich anfangs über die Argumente ihrer Rolle informieren. Anschließend auf die erste Pro- und Contra-Sammlung reagieren und passende Statements sammeln. Das Ergebnis der Diskussion wird dementsprechend von der Qualität der Internetrecherche der Schülerinnen und Schüler bestimmt. Ein besonderes Augenmerk sollte auf neuen Quellen liegen.

Wichtig ist es, den Schülerinnen und Schülern einen angenehmen Ausstieg aus ihrer Rolle zu ermöglichen. Durch die schriftliche Reflexion wird eine mögliche *Debriefing*-Methode vorgestellt. Je nachdem, wie die Beratungsgespräche verliefen, könnte eine weitere Methode wertvoll sein. Hierfür können Informationen von folgenden Quellen herangezogen werden:

- https://www.bibb.de/dokumente/pdf/1_08a.pdf

- http://zms.dhbw-stuttgart.de/fileadmin/Redaktion/Planspielplus/Literatur/2008/Kriz_Noebauer_2008_Debriefing_von_Planspielen.pdf

Übersicht der Rollen

Neutrale Rollen

- Bürgermeisterin
- Gemeindesekretär
- Gemeindearzt
- Agrarberaterin

Soja-Positive Rollen

- örtliche Gemüsebäuerin
- örtliche vegetarische und vegane Gastwirtschaft
- flexianer Elternteil
- Umweltschutzaktivist
- überzeugt veganer Elternteil zweier Kindergartenkinder
- Tourismusmanagerin

Soja-Negative Rollen

- örtlicher Viehzuchtbetrieb
- örtliche traditionelle Gastwirtschaft
- Elternteil zweier Kinder
- Kraftsportlerin und Elternteil eines Kindes
- Kindergartenleitung
- Metzger

Arbeitsblatt

In der Gemeinde Neustadt steht der bisherige Caterer für den Kindergarten kurz vor dem Pensionsantritt. Überlegungen zur Veränderung des Speisenangebots im Kindergarten führten zu Unstimmigkeiten im Ort. Vor allem durch regionale Initiativen, wie „we take care", die sich für ein erhöhtes Umweltbewusstsein einsetzt, und „a vegan day a week", die den veganen Lebensstil anpreist, wurden Stimmen für eine moderne und gesunde Nahrungsmittelversorgung des Kindergartens laut. Die Bürgermeisterin lädt deshalb zu einer gemeinsamen Besprechung in den Gemeindesaal ein.

Benötigte Materialien

- Informationsmaterial (Links, Bücher, Broschüren, etc.)
- Rollenkarten

Aufgabe

Lese dir deine Rolle aufmerksam durch und schreibe dir Stichworte zu deinem Standpunkt auf. Welche Argumente wirst du in die Diskussion einbringen? Wie kannst du die Argumente begründen? Was ist dir besonders wichtig? Gerne kannst du auch persönliche Meinungen und Vorschläge einbringen. Sei darauf gefasst, dass es Gegenargumente geben kann. Notiere dir die Gegenargumente, interessante Fragen und weitere Gedanken für die zweite Sitzung. Eine Pro- und Contra-Liste wird erarbeitet, die du ergänzen kannst.

Checkliste

- Einlesen in den Arbeitsauftrag
- Übernehmen einer Rolle und erfassen des Standpunktes
- Argumente und Begründungen erarbeiten
- Vortragen der Argumente in der Gemeinderatssitzung
- Sammeln von Ideen, Vorschlägen und Gegenargumenten, die weiter ausgearbeitet werden können
- Recherche nach Informationen für die Vorschläge und Gegenargumente
- Ergänzen der Pro- und Contra-Liste in einer zweiten Gemeinderatssitzung

Rollenkarten

Bürgermeisterin

Du bist seit fünf Jahren Bürgermeisterin der Gemeinde Neustadt. Die Ortschaft lebt von ihrer qualitativ hochwertigen Landwirtschaft und versucht ihre Attraktivität für den Tourismus zu erhöhen. Aufgrund von unterschiedlichen Angeboten, wie „Urlaub am Bauernhof", diversen Naturbegegnungen, attraktiven Wochenendmärkten und qualitativ hochwertigen Gasthäusern und Restaurants hoffst du, die jährlichen Nächtigungszahlen in der Ortschaft zu erhöhen.

Seit kurzem musst du dich aber mit einer ganz anderen Debatte auseinandersetzen. Der traditionelle Caterer, der für den Mittagstisch des Kindergartens verantwortlich ist, steht kurz vor der Pension. Einige Bewohnerinnen und Bewohner von Neustadt fordern nun eine Reformierung der Versorgungssituation. In der Gemeinde haben sich zwei Lager gebildet. Einerseits wird eine moderne, vegetarische Küche, die auf regionale Sojaprodukte basiert, gewünscht. Andererseits soll wie bisher ein ortsansässiger Caterer (Hausmannskost) mit der Bereitstellung des Mittagstisches beauftragt werden.

Da du dich selbst lieber mit der Tourismusfrage beschäftigen möchtest, willst du eine demokratische Abstimmung durchführen. Dazu soll zuerst eine Pro- und Contra-Liste für die beiden Angebote erstellt werden. Hierfür lädst du Interessenten der Gemeinde zu zwei Gemeinderatssitzungen ein. In der ersten Sitzung soll ein erstes Stimmungsbild erstellt und Gedankenanstöße für die Pro- und Contra-Liste gesammelt werden. In der zweiten Sitzung bekommen die einzelnen Parteien die Möglichkeit, sich zu positionieren und zu den gesammelten Einwänden Stellung zu beziehen. Schlussendlich erhoffst du dir eine umfassende Pro- und Contra-Liste, anhand der eine demokratische Abstimmung sinnvoll umgesetzt werden kann. Im Zuge der zweiten Gemeinderatssitzung kannst du dann auch deine eigene Meinung zu dem Thema einbringen.

Gemeindearzt

Als erste medizinische Ansprechperson wurdest du in den vergangenen Wochen immer wieder um Rat gebeten und nach deiner Meinung in der Diskussion „Versorgung unseres Kindergartens" gefragt. Ebenfalls hat dich die Bürgermeisterin der Gemeinde Neustadt zur Gemeinderatssitzung eingeladen.

Dir selbst ist eine gesunde, ausgewogene Ernährung sehr wichtig. In Verbindung mit ausreichender Bewegung kannst du eine Ernährung mit tierischen und pflanzlichen Produkten empfehlen. Dein Ziel ist es, dass du dir in der ersten Sitzung ein Bild über die Bedenken und Vorschläge machst. Anschließend setzt du dich mit stichhaltigen medizinischen Argumenten auseinander und präsentierst deine Ergebnisse in der zweiten Sitzung. Dein Hauptaugenmerk bleibt jedoch die Gesundheit der Bevölkerung. Am Ende der zweiten Gemeinderatssitzung kannst du deine persönlichen Argumente einbringen und dich positionieren.

Agrarberaterin

In deinem Beruf beschäftigst du dich mit der Beratung von landwirtschaftlichen Betrieben. Umso mehr verwunderte dich die Bürgermeisterin aus Neustadt mit der Anfrage, dass du an der Diskussion rund um die Versorgung des örtlichen Kindergartens teilnehmen sollst. Zu deinen Interessensschwerpunkten zählt die Vermarktung regionaler Produkte und der Absatzmarkt im Allgemeinen. Du wurdest darum gebeten, dich an der ersten Gemeinderatssitzung zu beteiligen und die vorgebrachten Argumente auf ihre wirtschaftliche Richtigkeit hin zu überprüfen. In weiterer Folge bringst du zusätzlich in der zweiten Gemeinderatssitzung die regionalen Vor- und Nachteile der Verwendung von Produkten aus der Gemeinde ein. Neben einer Informationsrecherche kannst du hier auch deine eigenen Überlegungen aus deiner Erfahrung einbringen.

Örtliche Gemüsebäuerin (+)

Deine Landwirtschaft ist ein traditioneller Familienbetrieb. Seit du den Hof übernommen hast, liegt das Hauptaugenmerk auf dem biologischen Pflanzenanbau. Einerseits kannst du dadurch mehr verdienen und unterstützt einen nachhaltigen Umgang mit der Umwelt, andererseits wertet die Umstellung deine Produkte auf. Seit kurzem baust du auf deinen Agrarflächen auch Soja an und konntest dich im letzten Jahr über eine erfolgreiche Ernte freuen. Deine Produkte wurden auch bei den regionalen Initiativen „a vegan day a week“ oder „we take care“ vorgestellt und angepriesen. Durch eine Umstellung der Versorgung des Kindergartens erhoffst du dir, dass du deine Produkte noch besser vermarkten kannst. Dadurch wären für die kommenden Jahre deine Einnahmen gesichert.

Überlege dir für die Gemeinderatssitzung stichhaltige Argumente, mit denen du die Gemeinde davon überzeugen willst, dass deine Sojaprodukte für

die Kinder das Beste sind. Sammle anschließend die Gegenargumente und bereite dich für die zweite Sitzung vor.

Örtliche vegetarische/vegane Gastwirtschaft (+)

Du zählst zu den neuen Gemeindemitgliedern und möchtest dich in den Gemeindealltag voll integrieren. Deine Gastwirtschaft, die ausschließlich vegetarische und vegane Gerichte serviert, findet zurzeit noch wenig Anklang in der Ortschaft. Teilweise bist du selbst noch auf der Suche nach idealen Lieferanten und Landwirten, die deinem Konzept entsprechen. In der Übernahme des Cateringauftrags für den Kindergarten siehst du einen guten Start für deine Gastwirtschaft. Moderne Gerichte, die jedoch auf den Geschmack der Kinder abgestimmt werden, sowie hochwertige Lebensmittel stehen für dich dabei im Vordergrund. Regionale Produkte könnten dabei den Speiseplan zusätzlich bereichern. Als überzeugter Vegetarier und teilweiser Veganer bist du von der gesunden Wirkung der modernen Ernährungsweise überzeugt und möchtest dies auch anderen zeigen.

Überlege dir für die Gemeinderatssitzung stichhaltige Argumente, warum sich die Gemeinde für deine Gastwirtschaft entscheiden sollte. Wie kannst du deine Gastwirtschaft am besten bewerben? Vielleicht würde sich auch ein passender Lieferant für deine Küche finden. Sammle für die zweite Gemeinderatssitzung die Argumente der Gegenpositionen. Welche kannst du davon entschärfen und wie kannst du dich dazu positionieren?

Flexianer Elternteil (+)

Du ernährst dich bewusst und verzichtest mehrmals die Woche auf tierische Lebensmittel, besonders wenn es um Fleisch geht. Aufgrund der Zunahme der Bevölkerung und der Unmöglichkeit, global einen westlichen Lebensstil zu führen, hast du dich dazu entschlossen, einen nachhaltigen Beitrag für die Gesellschaft zu leisten. Mit deinem regelmäßigen Verzicht auf tierische Produkte willst du ein Vorbild für deine Kinder und Freunde sein und diese ebenfalls für einen „flexianischen“ Lebensstil begeistern. Die Umstellung des Speiseplans im Kindergarten begrüßt du sehr, da deine eigenen Überzeugungen nun auch in öffentlichen Einrichtungen gelebt werden können. Du bringst dich stark in die Diskussion ein, da du eine fleischlose Ernährung während der Kindergartenzeit sowie den Ersatz von regionalem Soja als vorbildlich für Neustadt siehst. Ebenso siehst du einige gesundheitliche Vorteile in der Umstellung der Ernährung. Aufgrund des hohen Eiweißgehalts von

Soja und den vielen Nährstoffen würde sich die Ernährung der Kinder um ein Vielfaches verbessern. Zusätzlich würde man durch die Umstellung dem überhöhten Fleischkonsum ein Ende setzen. Deine eigenen Kinder lieben die abwechslungsreiche Ernährung und begrüßen den neuen Ernährungsstil sehr.

Umweltschutzaktivist (+)

Als Umweltaktivist möchtest du dich auch in der Gemeinde für nachhaltige und umweltfreundliche Veränderungen stark machen. Der Erhalt der Artenvielfalt sowie der natürlichen Umgebung sind für dich besonders wichtig. Du unterstützt den örtlichen Landwirt, der nun Bio-Soja anbauen möchte, da man durch den regionalen Sojaanbau und -bezug auf importiertes „Gen-Soja“ verzichten könnte. Ebenfalls würde man viel CO_2 sparen. Du hast die Vision, dass die Ortschaft durch einen vegetarischen Kindergarten eine Vorreiterrolle einnehmen könnte und als „grüne“ Gemeinde österreichweit bekannt werden würde. Dadurch könnte man sogar den Tourismus ankurbeln. Auf keinen Fall möchtest du, dass der örtliche Landwirt Soja konventionell anbaut, da du den Einsatz von Glyphosat als „Pflanzenschutzmittel“ strikt ablehnst. Ein Kindergarten, der auf eine fleischlose Ernährung setzt, siehst du als einen wichtigen Schritt in die richtige Richtung. Nachhaltige Entwicklung soll aktiv umgesetzt und der ökologische Fußabdruck weiter reduziert werden. Umweltschutz steht für dich in Verbindung mit der Verwendung regionaler Produkte.

Überzeugt veganer Elternteil zweier Kindergartenkinder (+)

Bereits vor Jahren bist du zu dem Entschluss gekommen, dass der Mensch heute die Wahl hat, wie er sich ernährt. Du siehst in der Wohlstandsgesellschaft auch deine eigene Möglichkeit, auf tierische Produkte verzichten zu können, da du genügend andere Nährstoffquellen heranziehen kannst. Für deinen veganen Lebensstil hast du dich bereits vor Jahren entschieden. Auch deine Kinder ernährst du vegan und sie sind deiner Meinung nach bestens versorgt. Dir ist die alte Kindergartenküche schon lange ein Dorn im Auge. Da du im kommenden Kindergartenjahr beide Kinder in den Kindergarten schicken wirst, sollen sie dort nicht zum Fleischkonsum gezwungen werden. In der traditionellen Hausmannskost verstecken sich in vielen Speisen tierische Produkte und du hoffst, dass die Bewohner von Neustadt dies auch bald einsehen und umdenken werden. Wenn im Kindergarten Fleisch angeboten wird, wäre dies nichts anderes, als würde man „als Nichtraucher neben

Rauchern sitzen“. Man hat keine Wahl und wird zum Mitkonsum gezwungen. Hier gehört dringend etwas geändert! Zusätzlich bist du ein großer Fan des neuen vegetarischen/veganen Wirtshauses, da du die Gerichte überaus köstlich findest.

Tourismusmanagerin (+)

Du bist die Tourismusmanagerin der Gemeinde Neustadt. Bis dato hattest du nicht wirklich etwas zu tun, da der Tourismus der Gemeinde, seit die Ausgrabungen der Eisenzeit aufgelöst wurden, sozusagen eingeschlafen ist. Durch einen vegetarischen Kindergarten und dem damit verbundenen öffentlichen Aufsehen witterst du eine Möglichkeit, die Bekanntheit des Dorfes zu steigern und den Tourismus anzukurbeln. Du malst dir bereits aus, wie Forscher von überall herkommen und Studien zur Gesundheit der Kinder durchführen. Ebenfalls wird es immer mehr Initiativen im Ort geben und jeder wird sich die grüne Gemeinde Neustadt ansehen wollen. Die Gemeinde könnte sich autark versorgen und durch die Verwendung der lokalen landwirtschaftlichen Produkte diverse Auszeichnungen und Qualitätssiegel des Staates erhalten. Du bist überzeugt, dass dadurch immer mehr Eltern ihre Kinder in den örtlichen Kindergarten bringen werden und die Gemeinde in Zukunft rasch wachsen würde.

Örtlicher Viehzuchtbetrieb (−)

Seit Generationen wird dein Viehzuchtbetrieb in der Ortschaft Neustadt geführt. Dir war es immer wichtig, dass deine Produkte hauptsächlich regional vermarktet werden und dadurch hast du auch ein großes Ansehen in der Region. Durch die Pensionierung des Wirts, der für die tägliche Versorgung der Kindergartenkinder zuständig war, witterst du eine weitere Möglichkeit, dein „Fleisch unter die Gesellschaft“ zu bringen. In der Diskussion betonst du deinen emotionalen Bezug zu jedem der Lebewesen und das hervorragende Futter, mit dem du deine Tiere versorgst. Dadurch habe ihr Fleisch eine hohe Qualität und werde auch von vielen Haubenköchen in Österreich sehr gelobt. Du kennst die Küche des örtlichen Gastwirts ganz gut und hast auch schon öfters mit ihm zusammengearbeitet. Ebenfalls kannst du betonen, dass sich die Gemeinde sicher auf das Tafelspitz-Essen vom letzten Herbstfest erinnern kann, wo auch das Fleisch von deinem Hof bezogen wurde. Des Weiteren kennst du die Diskussionen um die gesundheitliche Wirkung von Soja und negativen Auswirkungen auf die Umwelt durch die Sojaproduktion. Du hältst von Soja nicht viel, da Regenwälder gerodet werden bzw.

gentechnisch veränderte Sojapflanzen im Umlauf sind und du nicht daran glaubst, dass in Europa angebautes Soja wirklich gentechnikfrei ist.

Örtliche traditionelle Gastwirtschaft (−)

Deine Gastwirtschaft war eine der ersten in der Gemeinde Neustadt. Du bevorzugst die österreichische Hausmannskost. Dein Ziel ist es, dass die Mitglieder der Gemeinde gerne zu dir essen kommen; dein gesamtes Lokal soll für traditionelle Hausmannskost und regionale Werte stehen. Gemütlichkeit hat oberste Priorität. Da neue Modeerscheinungen auch vor deiner Gastwirtschaft keinen Halt machen, hast du dich mit dem Gedanken angefreundet, vegetarische Speisen anzubieten. Pommes und Salate befinden sich dabei unter deinem Menüpunkt „für die Pflanzenfresser“. In Zeiten wie diesen, in der es der Gesellschaft sehr gut geht, bist du der Meinung, dass man das auch leben sollte. Tierische Produkte waren früher reiner Luxus, während wir sie heute täglich verzehren können. Der Luxus soll aus Respekt und Wertschätzung auch ausgekostet werden. Lediglich der Pöbel und die armen Arbeiter haben sich früher vegetarisch ernährt. Deshalb siehst du nicht ein, warum man seinen Wert sozusagen senken und sich den armen Leuten von früher anschließen sollte. Ebenfalls sei eine nahrhafte und tierische Nahrung wichtig für das kindliche Wachstum. Kinder brauchen Fleisch und sollten nicht fehlernährt werden. Ebenfalls erhoffst du dir natürlich einen finanziellen Gewinn, wenn du den Auftrag für die Versorgung des Kindergartens bekommen würdest.

Elternteil zweier Kinder (−)

Als Elternteil zweier Kindergartenkinder ist es wohl dein Recht, bei der Diskussion über die Versorgung des Kindergartens mitzusprechen. Schlussendlich gehe es um die Gesundheit deiner Kinder! Eigentlich wäre es dir ziemlich egal gewesen, wer den Auftrag für die Versorgung bekommen hätte, als du jedoch hörtest, dass eine auf sojabasierende Ernährung für deine Kinder diskutiert wird, konntest du nicht mehr ruhig bleiben. Du siehst nicht ein, warum Kinder fleischlos ernährt werden sollen. Wenn sie ihr Fleisch nicht im Kindergarten bekämen, dann müsstest du jeden Abend zu Hause für sie Fleisch kochen. Das wäre erstens weniger umweltfreundlich, wenn jeder Elternteil daheim noch einmal kochen müsse, als wenn es von einer Großküche für alle auf einmal abgedeckt werden würde. Zweitens hast du auch nicht wirklich Lust, am Abend nach der Arbeit auch noch für deine Kinder ein

tolles „Fleischmenü“ kochen zu müssen. Kinder brauchen Nährstoffe, die vor allem in den tierischen Produkten vorhanden seien. Des Weiteren sei das gemeinsame Essen ein wichtiger sozialer Faktor und trage wesentlich zur Förderung der sozialen Kompetenzen bei. Wird hier nun etwas Neues und Unbekanntes serviert, werden ein paar Kinder sich sicherlich weigern, es zu essen. Dann würden auch andere Kinder ihrem Beispiel folgen und nichts essen. Schlussendlich wären die Kinder der Gemeinde alle zusammen fehlernährt. Dir wäre es viel lieber, wenn die Kinder ihre Lieblingsspeisen wie Pizza, Schnitzel, Leberknödelsuppe oder Spaghetti bekommen. Du siehst auch nicht ein, warum vor allem Soja angesprochen wurde, da Soja gentechnisch verändert werde und extrem gesundheitsschädlich sei. Männer würden verweiblichen und du willst dir gar nicht ausmalen, was für Auswirkungen das auf Buben habe, die noch nicht in der Pubertät waren. Der Anbau von Soja schädige die Umwelt durch einen massigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Diese seien ebenfalls noch in sojahaltigen Nahrungsmitteln nachweisbar. Du hoffst sehr stark, dass die Idee bald wieder abflaut und die Kinder ein gutes, traditionell österreichisches Essen bekommen.

Kraftsportlerin und Elternteil eines Kindes (−)

Durch deine sportliche Tätigkeit im Kraftsportbereich und deinen Beruf als Leiterin eines neuen Fitnesscenters in der Nachbarstadt ist eine gesunde und eiweißhaltige Ernährung dein Kapital. Der Muskelaufbau hat für dich oberste Priorität. Daher ernährst du dich selbst und auch dein Kind seit Jahren gemäß der Paläo-Diät, deren Hauptaugenmerk auf rohen Zutaten und Fleisch liegt. Die eiweißhaltige Ernährung durch tierische Produkte liefert dir und deinem Kind die wichtigsten Nährstoffe für einen sportlichen und durchtrainierten Körper. Da sich dein Kind besonders viel bewegt, lobst du dir auch die tierischen Fette, die die notwendige Energie für die Aktivitäten liefern. Du bist der Meinung, dass es für Kinder besonders wichtig ist viele tierische Produkte zu sich nehmen und sich zusätzlich mehr zu bewegen. Täglich mindestens zwei Stunden aktive Bewegung sollten schon drin sein. Um einen tollen Körper, den du als wichtige Grundlage für ein erfolgreiches Leben siehst, zu bekommen und zu erhalten, sollten die Kohlehydrate stark reduziert werden. Die diversen Nudelgerichte im Kindergarten gehören auf jeden Fall reduziert. Dafür sollten die Kinder häufiger Naturschnitzel, Koteletts, Eierspeis oder Ähnliches bekommen. Ein gesunder Muskelaufbau im Kindergartenalter schütze nämlich vor späteren Erkrankungen des Bewegungsapparats.

Kindergartenleitung (−)

Als Leiter des Kindergartens erhoffst du dir schlussendlich, die Entscheidung über die Versorgung des Kindergartens alleine treffen zu können. Da die Diskussion jedoch schon begonnen hat, große Wellen zu schlagen, wurde die Bürgermeisterin und die gesamte Gemeinde von Neustadt zur Entscheidungsfindung hinzugezogen. Du fühlst dich selbst als Spezialist, da nur du die Vorlieben der Kindergartenkinder wirklich kennst. Du kennst die Probleme, die in den Kindergartengruppen herrschen, wenn es Gemüse, Salate und Vegetarisches gibt. Die fliegenden Erbsen vom Juni klebten bis September an der Decke im Gruppenraum. Bis dato wurden deshalb vegetarische Speisen gemieden, außer es handelte sich um Süßspeisen. Fleisch, wie Naturschnitzel oder Koteletts, werden zwar von den Kindern angenommen, lieber mögen sie aber Faschiertes oder Würstel. Auch Nudeln, Pommes und mit Käse überbackene Gerichte stehen häufig am Speiseplan. Je ungesünder, desto sicherer kann man sich sein, dass das Essen auch gegessen wird. Eine Umstellung auf eine vegetarische Ernährung auf Sojabasis würde viele Probleme während der Mittagszeit mit sich bringen. Die Kinder würden nichts essen, die Kleinen würden nicht schlafen gehen und die Pädagoginnen und Pädagogen wären mit der Situation überfordert. Schlussendlich würde es nur zu Unruhen in der Kindergartengruppe kommen, da die Kinder hungrig und aggressiv werden würden.

Metzger (−)

Wie durch Zufall konntest du als einziger Metzger weit und breit dein Geschäft erhalten. Die umliegenden Gemeinden schätzen deine regionalen Produkte und kaufen regelmäßig deine qualitativ hochwertigen Produkte. Durch die Pensionierung der Gastwirtschaft erwarten dich dennoch finanzielle Einbußen. Darunter würde auch deine Zusammenarbeit mit dem örtlichen Viehzuchtbetrieb leiden. Du sprichst dich für einen Erhalt der Hausmannskost im Kindergarten aus und möchtest mit der zweiten traditionellen Gastwirtschaft vertiefend zusammenarbeiten.

Handout

In the municipality of Neustadt the traditional restaurant and food supplier for the local nursery school's cafeteria is about to close due to retirement. Several considerations on changing the children's diet led to the topic becoming

a matter of great debate within the community. Particularly local initiatives such as "we take care", who work towards greater environmental awareness, and "a vegan day a week", who promote veganism, contribute to a much stronger call for a modern, vegetarian and healthy diet (based on soy) for the local nursery school. These discussions led to agitation within the cummunity and finally to the mayor inviting all parties to participate in a council meeting.

Material

- Role cards and literature
- Internet

Task

Carefully read through the description of your role and try to write down bullet points describing your point of view. Which arguments will you bring forward during the discussion? How could you support them? What is particularly important to you?

Feel free to include your own point of view and suggestions. Be aware that there might be counterarguments as well. Take notes of the counterarguments, interesting questions and other thoughts to prepare for the second meeting. Finally, there will be a list of pros and cons which you can complete during the second meeting.

Check list

- Reading the task
- Assuming a role and its point of view
- Elaborating arguments and reasons
- Presenting the arguments in a council meeting
- Gathering ideas, suggestions and counterarguments which can further be elaborated
- Researching information to support suggestions and counterarguments
- Completing a list of pros and cons

Roles

Mayor

You have been the mayor of Neustadt for five years. The town lives on its qualitative agricultural products and tries to increase its popularity with tourists. By offering a variety of options like "vacation on a farm", encounters with nature, farmers' markets and high quality pubs and restaurants you hope to increase the number of overnight stays in town. However, for a while now you have had to deal with a very different debate. The nursery school's food supplier for many years, a traditional restaurant, is about to retire. Some of the citizens are therefore asking for a change in the children's diet, which led to the formation of two parties. One party demanding a modern and vegetarian diet based on soy, the other wanting traditional Austrian food as well as hiring the other traditional restaurant in town as the new supplier. As you prefer to deal with tourism matters you want a democratic decision on this. In order to do this, a list of pros and cons for both offers should be made. You therefore invite a variety of people interested in this matter to participate in a council meeting. The first meeting is meant for the gathering of views and ideas as well as creating the list of pros and cons. The second meeting will allow the different parties to elaborate their views and respond to the collected objections. Finally, you will hopefully have a full list of pros and cons which will enable a democratic vote. You are allowed to bring forward your own opinion during the second meeting.

Doctor

During the past weeks you have been repeatedly consulted on the discussed issue of the nursery school's food. The town's mayor also invited you to the upcoming council meeting to discuss this issue. You prefer a balanced and healthy diet. You are equally open for animal based and vegetarian food as long as they are combined with physical activity. Your goal is to get an overview of the different suggestions and reservations mentioned during the first meeting. Afterwards, you will investigate the most conclusive arguments and thus present your findings in the second meeting. However, people's health remains your main concern in this discussion. At the end of the second meeting you are allowed to bring forward your personal arguments and pick a side.

Agricultural consultant

Your job is to advise farms. Therefore, you are very surprised the mayor invited you to the council meeting to participate in the discussion about the local nursery school's meals. Your field of interest is marketing regional products and the market in general. You were asked to participate in the first council meeting and check the arguments presented for their economic correctness. You further present the advantages and disadvantages of using local products for the region during the second meeting. Apart from researching information you will be able contribute to the discussion based on many years of professional experience.

Local Farm (+)

Your farm is a traditional, family run business. Since you took over the farm your focus is on organic agriculture. Not only does this earn you a higher profit but it also benefits the environment. Moreover, switching to organic farming increases the value of your products. You just started to cultivate soy and were happy about a successful harvest last year. Your products are also promoted by initiatives like "a vegan day a week" or "we take care". You are hoping that you will be able to improve your sales if the nursery school's food will change to a soy based diet. For the upcoming years this would mean having a regular buyer for your products as well as partial financial security. Switching to organic agriculture could further benefit the local economy. For the council meeting, think about sound arguments to convince the community that a soy-based diet is the best option for the children. Try to collect the counterarguments and prepare for the second council meeting.

Local vegetarian/vegan restaurant (+)

You are one of the new citizens and want to fully integrate into community life. Your local restaurant which exclusively offers vegetarian and vegan dishes has not proved to be popular yet. You are partially still looking for ideal suppliers and farmers that comply with your concept. Landing the job for the local nursery school would be ideal to boost your business. Modern dishes, specifically designed for children's taste as well as high quality products are most important to you. Regional products could further enrich the menu. As a convinced vegetarian and partially vegan you are sure of the health benefits of this diet and want to convince others of it. Think about sound arguments which you can bring forward during the meeting and why the

community should pick your restaurant for the job. Maybe you could even find a produce supplier for your kitchen. For the second meeting, collect all counterarguments. Which of them will you be able to refute and how could you comment on them?

Flexitarian/semi-vegetarian parent (+)

You have a health conscious diet and frequently avoid animal products, especially meat. Due to rising populations and the impossibility of living a western lifestyle globally, you decided to actively contribute to the sustainability of the community. You want to be a role model for your children by abstaining from animal products on a regular basis and motivate them to take up a flexitarian lifestyle. You are welcoming a change in the children's diet at the local nursery school as it reflects your personal beliefs in a public setting. You are actively participating in the discussion as you regard a vegetarian diet (based on soy) during school hours as exemplary. You also see various health benefits such as high protein values and other nutritional components in soy, which would improve the children's diet a lot. Additionally, this would avoid mass meat consumption. Your own children love the varied dishes and like this lifestyle a lot.

Environmental activist (+)

As an environmental activist you want to promote changes which are positive for the environment. You are particularly concerned about biodiversity and natural habitat conservation. You support the local farmer who wants to cultivate organic soy. This local cultivation would avoid imports of genetically modified soy from abroad. Moreover, this would save a lot of CO2 emissions. You have a vision of the local nursery school becoming an important example for sustainability, which could even make the town famous as a "green" community in Austria. This could further boost the local tourism and other sectors. You strongly oppose conventional soy cultivation with the use of Glyphosate as an herbicide. You regard a vegetarian nursery school as an important step in the right direction. Sustainable development should be implemented actively and one's carbon footprint should be reduced. For you, environmental protection is directly connected with locally sourced products.

Convinced vegan and parent of two nursery school children (+)

Many years ago you came to the resolution that humans today have the possibility to decide what they want to eat. To you, living in an affluent society means being able to avoid animal products as you have enough other sources of nutrition. You chose a vegan lifestyle years ago and also provide your children with the same food. They are well nourished. The nursery school's food has been bothering you for years. As you will send both kids off to nursery school the upcoming year you don't want them to be forced to eat meat. Traditional Austrian food contains animal products in almost every dish and you hope society will soon realise this issue and rethink this. Feeding your children meat is the same as having to sit next to a smoker and being forced to inhale their smoke because you have no other choice. Things urgently need to be changed! Additionally, you are a fan of the new local (vegan) restaurant and find their food exceptionally delicious.

Tourist board member (+)

You work as a tourist manager, as part of Neustadt's tourist board. Ever since the local archaeological excavations from the Iron Age were closed you hardly had anything to do. The town's tourism has practically disappeared. A vegetarian nursery school and the respective public attention would be an opportunity for the town to increase its popularity and boost the local tourism industry. You can already imagine scientists coming into town to conduct studies about the children's health. In addition, there will be more and more initiatives in town and people will want to see the "green" community themselves. The town could also become self-sufficient by using locally sourced products and thus earn several labels and awards issued by the state. You are convinced that more and more parents would want to send their children to this school and the community would grow.

Local livestock farmer (−)

For generations your farm has been a part of Neustadt. It has always been important to you that your products are regionally promoted and you are therefore well respected in the area. The retirement of the restaurant owner creates an opportunity for you to sell your meat. During the discussion you emphasise your emotional relationship with every one of these living beings and the exceptionally good food you feed them with. Therefore, your meat is of excellent quality and is praised by many gourmet chefs. You know the local

traditional restaurant and collaborated with it on several occasions. You are sure to emphasise the prime boiled beef served at the last autumn fête, which was made with your meat. Moreover, you are familiar with the discussions about soy and its negative effects on the environment. You do not really like soy because it causes rain forest deforestation and genetically modified soy is everywhere. You do not believe soy cultivated in Europe would be any different.

Local traditional restaurant (−)

Your restaurant was one of the first to open in Neustadt. You prefer traditional Austrian dishes. You want your restaurant to represent traditional home cooking and regional values. People should enjoy their time and cosiness is a top priority. As many trends have also arrived at your restaurant you even opened up to the idea of offering vegetarian dishes. Chips and salads are in the menu section marked "for plant eaters". However, you believe that today's wealthy society should manifest itself in the things we eat. Animal products that were once a luxury are available to us every day and should also be consumed as a sign of respect and gratitude to this luxury. Back in the day, only poor people would eat vegetarian food. Therefore you do not understand why you should not buy meat although you can efford it.In addition, the nutrients in animal based diets are important for child growth. Children need meat and shouldn't be malnourished. You also hope for your own financial gain by becoming the nursery school's next supplier.

Parent of two children (−)

As the parent of two nursery school children it is your given right to participate in the discussion about the children's lunch menu. After all, it is about your children's health! You would not have cared who gets commissioned to provide the children's food, but once you heard of the discussion about a soy based diet for your children you could no longer be quiet. You do not see why your children should not eat meat. Not eating meat during the day would mean you would have to cook meat for them every night at home. First of all, this would be even worse for the environment if every parent had to cook at home instead of the lunch provider doing it for all children in one turn. Second of all, you do not really fancy having to cook a nice meat dish every day after work. Your children need nutrients which are mainly found in animal products. Moreover, eating together is an important social factor and

substantially contributes to the development of social competencies in your children. When you serve something new and unknown some children will not want to eat and then others would follow. This would lead to all children being malnourished. You prefer serving them their favourite dishes such as pizza, schnitzel, liver dumpling soup or spaghetti. You also do not understand why soy was mentioned above all things. Soy is genetically modified and extremely harmful. It causes the feminisation of men and you cannot even begin to imagine what effects this would have on boys before puberty. Further, the cultivation of soy is harmful to the environment because of the mass use of herbicides, which can still be detected in food containing soy. You really hope this idea will soon be gone and the children will get good traditional Austrian food.

Strength athlete and parent a child (−)

You are a strength athlete and work as the manager of a gym in the neighbouring town. This calls for a healthy and protein rich diet. Your priority is to build muscles. This is why you and your child live on the Paleo diet, focusing on raw ingredients and meat. This protein rich diet provides you and your child with the most important nutrients for an athletic and trained body. Your child is very active for which animal fats provide the necessary energy. You are very pleased with this. You are of the opinion that it is particularly important for children to consume many animal products and additionally exercise, at least for two hours daily. You believe an athletic physique is the basis for a successful life. In order to achieve this, carbohydrates should be reduced to a minimum. The amount of pasta dishes served at the local nursery school should definitely be reduced. Instead, children should eat steaks, pork chops, scrambled eggs or similar things. After all, healthy muscles at this age, so you believe, prevent future illnesses of the muscoskeletal system.

Head of Nursery School (−)

As head teacher of the nursery school you hope to make the final decision about the school food. However, as the discussion increasingly began to have great percussions, the mayor as well as the rest of the town had to become part of the decision making team. Yet, you see yourself as the expert as you are the only one who really knows what the children like. You are familiar with the food fights going on when vegetables, salad and vegetarian dishes are on the menu. The flying peas from June remained on the ceiling until

September. So up until now you tried avoiding vegetarian dishes with the exception of sweets. The children only accept but do not favour "real" meats, like steaks or pork chops. Instead, they prefer ground meat or sausages. Other than that you mostly serve pasta, chips and gratinéed dishes. The less healthy the food is, the more you can be sure that the children will eat it. Switching to vegetarian food would lead to many problems: children would not eat anything and then hardly take naps, and the teachers would be overwhelmed by the situation. This would only cause trouble in the different classrooms – the children will become hungry and aggressive.

Butcher (−)

It is almost a miracle that you were able to keep up your business, as you are the only one left in this area. All neighbouring towns appreciate your locally sourced, high quality products and you have many regular customers. The closing of the local restaurant still means a loss of income for you, which also affects the local livestock farm. You support traditional home cooking and hope they will continue this style of cooking at the local nursery school. You want to collaborate with the other traditional restaurant in town.

Kapitel 2

Forschungsorientiertes Lernen im Mathematikunterricht

2.1 Einleitung

F. Stampfer

Der Begriff forschungsorientiertes Lernen als Übersetzung von *inquiry-based learning (IBL)* stammt aus dem Bereich der Naturwissenschaften. Die Ursprünge dieser Lerntheorie werden häufig dem amerikanischen Philosophen und Pädagogen John Dewey (1859–1952) zugeschrieben (Dewey 1910, 1916, 1938). Dewey prägte insbesondere den Begriff *reflective inquiry*. Darunter verstand er einen „adaptiven Lernprozess, bei dem Lernende ihre Erfahrungen als Motor zur Herstellung von Verbindungen zwischen Wahrnehmungen und Ideen einsetzen und dabei kontrolliert und reflektiert vorgehen" (Artigue und Blomhøj 2013, S. 799). Weitere Elemente in Deweys Lerntheorie werden auch im aktuellen Diskurs über naturwissenschaftliche und mathematische Bildung auf europäischer Ebene genannt. Hierzu zählen (Artigue und Blomhøj 2013, S. 799):

- die Vision des forschungsorientierten Arbeitens als ein allgemeiner Prozess im Alltag und in der beruflichen Praxis sowie im wissenschaftlichen Kontext,
- die Anerkennung des pragmatischen Mehrwerts, wenn Fachwissen angewendet wird,
- die Bedeutung realer Situationen, Hands-On-Aktivitäten und die Erfahrungen der Lernenden bei der Implementierung von IBL und
- die Vision, dass IBL den Lernenden eine Haltung vermittelt, die lebenslanges Lernen fördert.

Der Begriff forschungsorientiertes Lernen im Mathematikunterricht taucht in der europäischen Mathematikdidaktik erst spät auf, meist im Zuge von Projekten, die neben der Bildung in den Naturwissenschaften auch deutlich jene in der Mathematik ansprechen. Stellvertretend seien hier die Projekte PRIMAS – promoting inquiry in mathematics and science across europe (2010–2013) und MASCIL – mathematics and science for life (2013–2016) genannt. Artigue und Blomhøj (2013) beschreiben ausführlich, dass sich mehrere Strömungen der Mathematikdidaktik des 20. Jahrhunderts im forschungsorientierten Lernen wiederfinden. An erster Stelle werden dabei das Problemlösen im Mathematikunterricht (Polya), die Theorie der didaktischen Situationen (*theory of didactical situations*, Brousseau) und die realistische mathematische Erziehung (*realistic mathematics education*, Freudenthal) genannt.

Im Projekt MASCIL wurden zur Charakterisierung von forschungsorientiertem Lernen fünf Bereiche (angestrebte Ziele, Rolle der Schülerinnen und Schüler, Rolle der Lehrperson, Lernkultur und Aufgabenformat) festgelegt und durch Merkmale beschrieben. Ein besonderes Anliegen der Aufgaben im Projekt MASCIL war es, einen deutlichen Bezug zur Arbeitswelt herzustellen. Dazu wurde ein eigener Bereich mit vier Merkmalen erarbeitet (vgl. Doorman u. a. 2014, S. 4). Eine Übersicht aller Merkmale ist in Abbildung 2.1 zu sehen.

In Österreich wurden im Rahmen des Projektes MASCIL für das Unterrichtsfach Mathematik mehrere Lehrerinnen- und Lehrerfortbildungen in Tirol, Oberösterreich und Wien angeboten. Neben der Vorstellung und Diskussion einiger ausgewählter Aufgaben war es dem Fortbildner ein Anliegen, den Fokus auf die Vorgehensweise bei der Bearbeitung der Aufgaben (unterschiedliche Lösungsstrategien) und auf die Interaktion der Lehrperson mit den Schülerinnen und Schülern zu legen. Beide Aspekte wurden an einer speziell für Lehrpersonen konzipierten Aufgabe (Maschinenbelegungsplanung) diskutiert. Ein Teil der Fortbildung war für die Umsetzung einer Aufgabe im eigenen Unterricht reserviert. Dabei stand es den Lehrpersonen frei, eine der vorgestellten Aufgaben zu verwenden und anzupassen oder eine neue Aufgabe zu erstellen. Eine häufige Rückmeldung war, dass es schwierig sei, eine Aufgabe zu finden, die zu den Inhalten des Lehrplans passt und sich daher einfach in den Unterricht integrieren lässt.

Auf den folgenden Seiten sind Aufgaben abgedruckt, die im Rahmen des Projektes MASCIL entwickelt wurden (national und international), in den Fortbildungen entstanden sind oder von Lehrpersonen weiterentwickelt wurden. Dabei haben wir uns auf Aufgaben beschränkt, die sich direkt dem aktuellen

Angestrebte Ziele
- Forschergeist
- Anwendung von Matematik und Naturwissenschaft im wirklichen Leben
- Vorbereitung auf ein Leben als mündige Bürger und auf lebenslanges Lernen
- Gesetzmäßichkeiten der Naturwissenschaften verstehen
- Verständnis dafür, wie Matematik und Naturwissenschaft in der Arbeitswelt genutzt werde

Schülerinnen und Schüler
- untersuchen, stellen Fragen
- versuchen Probleme zu lösen, nutzen ihr Wissen für die Lösungsfindung
- erklären Situationen und Phänomene
- reflektieren über Ergebnisse und Prozesse
- entwickeln ein eigenes Verständnis
- erkunden die Arbeitswelt

Lehrperson
- Schätzt Gedankengänge und Argumentationen der Lernenden wert und baut auf diesen auf
- Knüpft and die Erfahrungen der Lernenden an
- Motiviert die Lernenden durch die Verbindung von Schule und Arbeitswelt

Lernkultur
- Konsens über Sinn und Ziel
- unvoreingenommene Wertschätzung aller Beiträge, auch der Fehler
- dialogische Haltung
- gemeinsame Verantwortung
- Zusammenarbeit

Offene Aufgaben
- Der Kontext ist sinnvoll und bedeutsam,
- Die Fragestellung ermöglicht unterschiedliche Lösungsstrategien.
- Die Lernenden sind aktiv und eigenverantwortlich tätig.
- Die Aufgabe fördert Zusammenarbeit und Kommunikation.

Verbindung zur Arbeitswelt
- Der Kontext der Ausgabe ist in der Arbeitswelt angesiedelt.
- Die Lernenden schlüpfen in die Rolle von Berufstätigen.
- Die Tätigkeit der Lernenden spiegelt berufliche Praxis wider.
- Die Aufgabenstellung verlangt ein Produkt.

Abb. 2.1: Das MASCIL-Diagramm: Merkmale des forschungsorientierten Lernens und der Verknüpfung zur Arbeitswelt

Lehrplan der Unterstufe (BMUK 2000) zuordnen lassen (siehe Tabelle 2.1). Wir schließen das Kapitel mit der oben erwähnten Aufgabe einer Maschinenbelegungsplanung für Fortbildungszwecke. Allen Aufgaben ist eine englische Version der Problemstellung beigefügt, um einerseits den internationalen Charakter des Projektes widerzuspiegeln und andererseits den Einsatz im englischsprachigen Mathematikunterricht zu ermöglichen.

Lehrstoff	Zahlen und Maße	Variable	Figuren und Körper	Modelle, Statistik
1. Klasse	Parkplätze		Nutzfläche	Über die Treppe Parkplätze
2. Klasse	Buchhaltung		Nutzfläche	Fahrradversicherung
3. Klasse			Schränke montieren Verpackungen Forst- und Holzwirtschaft	
4. Klasse		Über die Treppe Fahrradversicherung	Verpackungen	Über die Treppe Forst- und Holzwirtschaft Fahrradversicherung

Tab. 2.1: Zuordnung von ausgewählten MASCIL-Aufgaben zum Lehrstoff der Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen

Literatur

Artigue, M. und M. Blomhøj (2013). "Conceptualizing Inquiry-Based Education in Mathematics". In: *ZDM* 45.6, S. 797–810. URL: http://link.springer.com/article/10.1007/s11858-013-0506-6 (aufgerufen am 12. 12. 2016).

Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK) (2000). *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert wird; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen*. URL: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2000_133_2/2000_133_2.pdf.

Dewey, J. (1910). "Science as Subject-Matter and as Method". In: *Science* 31, S. 121–127. URL: http://archive.org/details/jstor-1634781 (aufgerufen am 12. 12. 2016).

– (1916). *Democracy and Education*. URL: http://www.gutenberg.org/files/852/852-h/852-h.htm (aufgerufen am 12. 12. 2016).

– (1938). *Logic The Theory Of Inquiry*. New York: Henry Holt and Company.

Doorman, M., S. Fechner, V. Jonker und M. Wijers (2014). *Richtlinien für Lehrkräfte zur Entwicklung von Unterrichtsmaterial für das forschende Lernen in den Naturwissenschaften und der Mathematik mit Bezug zum Arbeitsleben*, S. 1–24. URL: http://www.fisme.science.uu.nl/en/mascil/index.php?language=7 (aufgerufen am 12. 12. 2016).

2.2 Buchhaltung

F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Für eine korrekte Buchhaltung ist es notwendig, Rechnungen zu kontrollieren und diese nachvollziehbar in Tabellen/Konten festzuhalten. Bei dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler eine Rechnung eines Versandhauses auf Fehler untersuchen und gegebenenfalls mögliche Erklärungen für den Fehler finden.



Abb. 2.2: Buchhaltung

Ziel ist es, einem Mitarbeiter gegenüber die Korrektheit der Rechnung zu begründen oder dem Versandhaus in einer E-Mail den Fehler zu erklären und um Korrektur zu bitten.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 11–12

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#buchhaltung

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- **Fragestellung:** klare Fragestellung und klares Endprodukt, aber offener Lösungsweg
- **Rolle der Schülerinnen und Schüler:** Die Schülerinnen und Schüler versuchen die Berechnungen nachzuvollziehen, kontrollieren diese, treffen Annahmen und begründen, worin der Fehler besteht, und erklären ihre Vorgehensweise.
- **Lernkultur:** Arbeit in Gruppen, gegenseitiges Erklären

- **Rolle der Lehrperson:** Die Lehrperson erklärt kurz den Unterschied zwischen Netto- und Bruttobeträgen und unterstützt die Schülerinnen und Schüler bei der Auswahl der Lösungswege.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Buchhaltung, Rechnungswesen
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler sind Angestellte einer kleinen Firma und für die Buchhaltung verantwortlich.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler versuchen die Berechnung nachzuvollziehen, kontrollieren die Rechnung, korrigieren die Rechnung, erklären den Fehler.
- **Produkt:** Am Ende wird entweder eine kurze Notiz an einen Mitarbeiter oder eine E-Mail an das Versandhaus verfasst.

Leitfaden für die Lehrperson

Bei dieser Aufgabe sollen Schülerinnen und Schüler eine tatsächlich ausgestellte Rechnung auf ihre Korrektheit hin überprüfen. Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler eigene Hypothesen, wie „Nettobetrag ist korrekt“ oder „Gesamtbetrag ist korrekt“, formulieren und diese dann kontrollieren. Die Aufgabe ermöglicht viele unterschiedliche Herangehensweisen und dadurch unterschiedliche Begründungen in der schriftlichen Notiz bzw. E-Mail als Endergebnis, das den Lösungsprozess offenlegen soll.

Es ist empfehlenswert, vor der Behandlung der Aufgabe einen einfachen Kassenbon mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen, um den Begriff Umsatzsteuer zu wiederholen bzw. einzuführen.

Auf eine E-Mail des Verfassers an ein Online-Versandhaus reagierte dieses mit folgender Rechnung, die sich zur Differenzierung im Unterricht einbauen lässt.

Menge	Artikel	Fach	Unser Preis (netto)	USt. %	Gesamt
1	**Leifheit 41650 Duschkabinenreiniger Cabino weiß** Misc.. B0002HOUDE : 047738416505		EUR 7,88	20%	EUR 9,46
2	**WENKO 17819100 Power-Loc Wandhaken Uno Sion - Befestigen ohne bohren, Stahl, 4.2 x 7.4 x 4.5 cm, Chrom** Haushaltswaren. B001B6T3ZU : 4008838178195		EUR 6,68	20%	EUR 8,02
	Versandkosten		EUR 3,00		EUR 3,60

Zwischensumme (netto)	Zuzueglich USt.:	USt. Gesamt	Gesamtsumme (inkl. USt)
20% EUR 24,24	20% EUR 4,86	EUR 4,86	EUR 29,10

Mit dieser Warenlieferung ist Ihre Bestellung abgeschlossen.

Problemstellung

Ihr arbeitet in einer kleinen Firma in der Buchhaltung. Euer Mitarbeiter ist sich bei der folgenden Rechnung eines Online-Versandhauses unsicher und bittet euch, diese zu kontrollieren. Er benötigt sowohl die Netto-Beträge als auch die Umsatzsteuer (USt.) für jedes Produkt.

- Sollte die Rechnung korrekt ausgestellt sein, dann erklärt eurem Mitarbeiter in einer kurzen Notiz, warum ihr zu diesem Schluss kommt.
- Sollte die Rechnung fehlerhaft sein, dann schreibt dem Online-Versandhaus eine kurze E-Mail mit der Erklärung des Fehlers.

Menge	Artikel	Fach	Unser Preis (netto)	USt. %	Gesamt
2	**WENKO 17819100 Power-Loc Wandhaken Uno Sion - Befestigen ohne bohren, Stahl, 4.2 x 7.4 x 4.5 cm, Chrom** Haushaltswaren. B001B6T3ZU : 4008838178195	(** 2-A-7 **)	EUR 7,95	20%	EUR 16,04
1	**Leifheit 41650 Duschkabinenreiniger Cabino weiß** Misc.. B0002HOUDE : 047738416505	(** 2-A-7 **)	EUR 9,38	20%	EUR 9,46
	Versandkosten		EUR 3,00		EUR 3,60

Zwischensumme (netto) 20%	Zuzueglich USt.: 20%	USt. Gesamt	Gesamtsumme (inkl. USt)
EUR 24,24	EUR 4,86	EUR 4,86	EUR 29,10

Mit dieser Warenlieferung ist Ihre Bestellung abgeschlossen.

Task

You work for a small company in the accounting department. Your employee is unsure about an invoice from a German online store and asks you to check it. He needs net amounts as well as the VAT (USt.) amounts for each product.

- If the calculation proves to be correct, in a short note explain to your employee why it is correct.
- If you find any errors, write an email to the online store outlining the error.

Menge	Artikel	Fach	Unser Preis (netto)	USt. %	Gesamt
2	**WENKO 17819100 Power-Loc Wandhaken Uno Sion - Befestigen ohne bohren, Stahl, 4.2 x 7.4 x 4.5 cm, Chrom** Haushaltswaren. B001B6T3ZU : 4008838178195	(** 2-A-7 **)	EUR 7,95	20%	EUR 16,04
1	**Leifheit 41650 Duschkabinenreiniger Cabino weiß** Misc.. B0002HOUDE : 047738416505	(** 2-A-7 **)	EUR 9,38	20%	EUR 9,46
	Versandkosten		EUR 3,00		EUR 3,60

Zwischensumme (netto) 20%	Zuzueglich USt.: 20%	USt. Gesamt	Gesamtsumme (inkl. USt)
EUR 24,24	EUR 4,86	EUR 4,86	EUR 29,10

Mit dieser Warenlieferung ist Ihre Bestellung abgeschlossen.

2.3 Fahrradversicherung

mascil-Partner Norwegen, C. Schieder, F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Immer wieder werden Fahrräder gestohlen, weshalb eine Diebstahlversicherung für Fahrräder von Vorteil sein kann. In dieser Aufgabe sollen Schülerinnen und Schüler für eine Versicherungsfirma eine Anleitung erstellen, wie man „faire" Versicherungsprämien für Fahrräder und eine „faire" Entschädigung für ein gestohlenes Rad berechnet.

Das Problem beinhaltet eine Entscheidungsfindung, die Begründung sowie Verteidigung dieser und den Vergleich unterschiedlicher Lösungen.



Abb. 2.3: Fahrrad

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I und II

Alter: 12–18

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#fahrradversicherung

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Der Kontext ist von Bedeutung.
- Die Situation verlangt unterschiedliche Lösungsstrategien.
- Schülerinnen und Schüler planen Lösungsansätze.
- Die Aufgabe fördert Zusammenarbeit und Kommunikation.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Fahrradversicherung
- **Rolle/Beruf:** Schülerinnen und Schüler arbeiten als Beraterinnen und Berater für eine Versicherungsfirma.
- **Aktivität:** Daten recherchieren, Annahmen treffen, ein Handbuch für eine Fahrradversicherung erstellen
- **Produkt:** Das Produkt ist ein schriftliches Dokument oder Handbuch für die Versicherungsfirma, in dem die empfohlenen Berechnungsmodelle beschrieben und begründet werden.

Leitfaden für die Lehrperson

Als vorbereitende Hausaufgabe ist es empfehlenswert, die Schülerinnen und Schüler mit der Recherche zu den Fahrraddiebstählen auf Bundesland- bzw. Landesebene zu beauftragen (hilfreiche Quellen sind dabei die Studie *Radverkehr in Zahlen* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie sowie laufende Daten des VCÖ). Vor der Behandlung der Aufgabe sollte die grundsätzliche Funktionsweise einer Versicherung (Prämieneinzahlungen, Schadensauszahlung, Gehälter von Angestellten) geklärt werden.

In einer ersten Arbeitsphase sollen die Schülerinnen und Schüler mögliche Annahmen festlegen, wie

- mittlere Diebstahlrate,
- durchschnittlicher Neupreis eines Fahrrades,
- Abhängigkeit der Versicherungsprämien und -zahlungen vom Wert des Fahrrads,
- Abhängigkeit des Werts des Fahrrads von Neupreis und Alter,
- unterschiedliche diskrete Funktionen für Prämie und Entschädigung (als Tabellen) oder
- unterschiedliche stetige Funktionen für Prämie und Entschädigung, für eine oder mehrere Veränderliche (z. B. Zahlung oder Entschädigung = (Faktor) · (Fahrrad-Neupreis) / (Alter des Fahrrads)).

Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen stellen die Schülerinnen und Schüler erste Schätzungen für sinnvolle Jahresprämien an und verfassen anschließend eine Kurzaufstellung bzw. ein Dokument mit den begründeten Berechnungen, die für eine Fahrradversicherung nötig sind.

Die Aufgabe eignet sich sehr gut, um mit einfachen (homogen lineare und lineare) Funktionen Zusammenhänge zu modellieren und mit diesen Funktionen zu rechnen (z. B. das Vermögen der Firma setzt sich aus den eingegangenen Prämien abzüglich der ausgezahlten Schäden und abzüglich der ausgezahlten Gehälter zusammen).

Problemstellung

Immer wieder werden Fahrräder gestohlen, wodurch eine Diebstahlversicherung für Fahrräder von Vorteil sein kann. Freunde von euch wollen eine kleine Firma für Fahrradversicherungen gründen und fragen um Rat in folgenden Punkten:

- Welche vorteilhaften (und fairen) Berechnungswege gibt es für Jahresprämien einer Fahrradversicherung?
- Welche vorteilhaften (und fairen) Berechnungswege gibt es für Entschädigungen im Schadensfall?

Eure Freunde gehen davon aus, dass die Firma ca. 1000 Kunden haben wird.

Der Ratschlag soll in Form eines Dokuments erfolgen, in dem ihr die notwendigen Berechnungen erklärt. Zudem sollt ihr darlegen, wie ihr zu diesem Ergebnis gekommen seid.

Task

Every now and then a bicycle is stolen. Therefore, it can be convenient to have bicycle insurance. Some friends of yours want to start a small bicycle insurance company, and they come to you for advice on the following issues:

- What are convenient (and fair) methods of calculating the yearly bike insurance premium?
- What are convenient (and fair) methods of calculating theft compensations?

Your friends assume that the company will have approximately 1000 customers.

Your advice should be provided in form of a document where you explain the necessary calculations and how you came to these conclusions.

2.4 Forst- und Holzwirtschaft

J. Leichter, C. Schieder

Allgemeine Beschreibung

Waldgrundstücke müssen bewirtschaftet werden. Viele Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer geben diese Aufgabe an einen Forstbetrieb ab.



Abb. 2.4: Baumstämme

In diesem Beispiel berechnen Schülerinnen und Schüler als Angestellte eines solchen Betriebs das Holzvolumen von Bäumen einer Waldfläche und die Anzahl nötiger Jungpflanzen für die Aufforstung einer Schlägerung. Beides wird von der Privatbesitzerin der betreuten Liegenschaft erwartet und gewünscht. Aus einer Pflanzenliste können die Schülerinnen und Schüler Jungbäume auswählen und eine Abschätzung der zu erwartenden Kosten liefern.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 12–14

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#forst-und-holzwirtschaft

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Forschergeist
- Anwendung von Mathematik im wirklichen Leben
- Verstehen, wie Mathematik in der Arbeitswelt genutzt wird
- Schülerinnen und Schüler versuchen Probleme zu lösen, nutzen ihr Wissen für die Lösungsfindung.
- Schülerinnen und Schüler reflektieren über Ergebnisse und Prozesse.
- Schülerinnen und Schüler entwickeln eigenes Verständnis.

- Schülerinnen und Schüler erkunden die Arbeitswelt.
- Der Kontext ist sinnvoll und bedeutsam.
- Die Fragestellung ermöglicht unterschiedliche Lösungsstrategien.
- Die Lernenden sind aktiv und eigenverantwortlich tätig.
- Die Aufgabe fördert Zusammenarbeit und Kommunikation.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Die Aufgabe ist in den Arbeitsbereich der Forst- und Holzwirtschaft eingebettet.
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler sind Angestellte der Österreichischen Bundesforste und unterstützen eine Grundeigentümerin bei einer Waldbewirtschaftung.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler errechnen aus gegebenen, authentischen Daten das Holzvolumen eines Baumbestandes. Hierfür benutzen sie eine in der Forstwirtschaft übliche Formel, die von ihnen nachvollzogen werden muss. Aus Angaben einer weiteren Tabelle berechnen sie die Anzahl nötiger Jungbäume zur Aufforstung eines Waldstücks. Die Schülerinnen und Schüler müssen dazu eine Vorgehensweise erarbeiten. Durch Auswahl verschiedener Jungpflanzen aus einer Liste können sie die Kosten der Aufforstung kalkulieren. Sie fassen ihre Ergebnisse zusammen, können freiwillig Grafiken erstellen und präsentieren ihre Resultate im Plenum.
- **Produkt:** Die Schülerinnen und Schüler fassen ihre Ergebnisse in einem Bericht zusammen, den die Grundeigentümerin zur Information erhält. In einer kurzen Präsentation stellen sie ihre Resultate den anderen Angestellten vor.

Leitfaden für die Lehrperson

Diese Aufgabe bietet die Möglichkeit, eine Verbindung zum Unterrichtsfach Biologie- und Umweltkunde herzustellen.

Die Schülerinnen und Schüler können die einzelnen Punkte in der Gruppe bearbeiten. Es ist empfehlenswert, Zwischenergebnisse mit den Schülerinnen und Schüler zu diskutieren.

Zunächst soll die zu erwartende Holzernte abgeschätzt werden und dabei eine übliche Berechnungsmethode aus der Forstwirtschaft hinterfragt werden. Spannend ist hierbei der Vergleich der Volumina von Drehzylindern und Drehkegeln.

Im nächsten Schritt platzieren die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Bäume in einem vorgegebenen Waldstück. Dabei müssen empfohlene Pflanzenabstände berücksichtigt werden. In dieser Phase sind sehr viele Lösungen möglich und der Fokus liegt auf einer begründeten Vorgehensweise zur Auffindung einer zulässigen Lösung, das heißt, alle Vorgaben sind erfüllt.

Abschließend soll noch der Preis für die gewählte Bepflanzung ermittelt werden. Die Ergebnisse müssen für die Eigentümerin aufbereitet werden.

Durch eine Präsentation verschiedener Resultate ist es möglich, erneut auf die richtige Vorgehensweise und die Einhaltung der Vorgaben als wesentliche Kriterien für eine korrekte Aufgabenerfüllung hinzuweisen.

Problemstellung

Ihr seid Angestellte der Österreichischen Bundesforste und für die Waldbewirtschaftung einer privaten Liegenschaft verantwortlich.

Die Grundeigentümerin wünscht für das nächste Jahr die Abholzung eines Waldstücks und die Neuaufforstung einer Schlagfläche. Sie interessiert sich auch für die Verbreitung bestimmter Baumarten und für die Biodiversität der regionalen Wälder. Hierfür werden Kalkulationen benötigt.

Sammelt zunächst Hintergrundinformationen über ähnliche Waldgebiete in eurer Region, um die für den Standort typische Artengarnitur beschreiben zu können. Untersucht auch, wie groß die zu erwartende Artenvielfalt (Biodiversität) pro Flächeneinheit sein könnte.

Mithilfe von Literaturrecherchen könnt ihr nun beurteilen, in welchem Sukzessionsstadium sich der untersuchte Waldteil befindet (Pioniergesellschaften, Folgestadium oder Klimaxgesellschaften).

- In Tabelle 2.2 sind die Brusthöhendurchmesser (BHD) und die Höhen von 20 Fichten im Alter von 60 Jahren des abzuholzenden Waldstücks gegeben.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
BHD	15,1	15,1	15,3	15,4	15,5	16,2	16,7	16,7	17,2	17,9
Höhe	10,3	10,8	11,4	11,2	11,9	12,8	12,4	13,1	14,3	14,8
	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
BHD	18,4	19,8	19,9	20,2	20,4	21,6	22,6	23,5	23,9	24,5
Höhe	15,1	15,7	15,7	16,3	16,1	16,9	17,8	18,2	19,5	19,8

Tab. 2.2: Brusthöhendurchmesser (in cm) und Höhe (in m) von 20 sechzigjährigen Fichten.

Schätzt das Volumen in m^3 (Festmeter) dieses Fichtenbestandes. Benutzt dabei die in der Forstwirtschaft übliche Formel:

$$V = G \cdot H \cdot F$$

Mit G wird die Summe der Querschnittsflächen der Bäume in Brusthöhe, mit H die mittlere Höhe und mit F die Formzahl bezeichnet. Diese liegt je nach Umweltfaktoren (Temperatur, Niederschläge, Sonneneinstrahlung etc.) zwischen 0,4 und 0,55 und wird für die jeweilige Baumart aus Tabellen entnommen. Bei diesem Bestand beträgt die Formzahl 0,46 bis 0,48.

Warum ist die Multiplikation mit einer Formzahl nötig? Was wird berechnet, wenn diese weggelassen wird?

- Das 20 m breite und 100 m lange gerodete Waldstück auf 700 m Seehöhe soll mit einem Fichten-Tannen-Buchenwald aufgeforstet werden.

  Wie viele der verschiedenen Jungbäume werden dafür benötigt?

  Die vorgesehenen Abstände zwischen den Bäumen können Tabelle 2.3 entnommen werden.
- Die Preise für die Jungpflanzen sind in Tabelle 2.4 gegeben. Mit welchen Kosten hat der/die GrundeigentümerIn für die Pflanzenanschaffung bei der Aufforstung dieser Schlagfläche zu rechnen?

Die Ergebnisse sollen in Form eines Berichts dargestellt werden, welcher anschließend der Grundeigentümerin übermittelt wird. Um alle weiteren Angestellten zu informieren, sollen eure Resultate bei der nächsten Morgenbesprechung zusammengefasst vorgestellt werden.

Baumart	Empfohlener Pflanzenabstand		
	zwischen den Reihen		in der Reihe
Fichte (*Picea abies*)	2,5	×	1,5
Tanne (*Abies alba*)	2,5	×	1,5
Rotbuche (*Fagus sylvatica*)	1,5	×	1

Tab. 2.3: Empfohlener Pflanzenabstand (in m)

Art	Alter/Größe (cm)	Preis
Weißtanne (*Abies alba*)	4-jährig	0,60
	5-jährig	0,65
	getopft	1,50
Fichte (*Picea abies*)	3-jährig	0,43
	4-jährig	0,48
	5-jährig	0,55
	getopft	1,06
Rotbuche (*Fagus sylvatica*)	20–40	0,63
	30–50	0,74
	50–80	0,97
	80–120	1,69
	getopft	1,55

Tab. 2.4: Auszug einer Pflanzenpreisliste (in €)

Die Ergebnisdiskussion soll mit Bezug auf die Hintergrundinformation erläutern, wie die Rodungs- und Afforstungsstrategien sich auf lange Sicht ökologisch auswirken. Schließlich könnt ihr die Diskussion auch mit Umweltschutzmaßnahmen aus eurer Region verknüpfen.

Task

You are employees of the Austrian *Bundesforste* (a company managing natural resources, mainly focusing on forest management, on behalf of the Austrian federal government) and are responsible for the forest and timber management of a privately owned piece of land.

The landlord wishes the deforestation of a forest area as well as the afforestation of a felling site. For this, calculations are necessary.

- Collect background information about forests in your area to model the landlord's land. Investigate the plant and tree diversity, and together with literature studies estimate whether the forest and plant communities are of a pioneer type, an intermediate type or a climax type.
- Table 2.5 provides the diameters at breast height (DBH) and total height of twenty 60-year-old spruces in the forest area to be deforested.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
DBH	15.1	15.1	15.3	15.4	15.5	16.2	16.7	16.7	17.2	17.9
Height	10.3	10.8	11.4	11.2	11.9	12.8	12.4	13.1	14.3	14.8
	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
DBH	18.4	19.8	19.9	20.2	20.4	21.6	22.6	23.5	23.9	24.5
Height	15.1	15.7	15.7	16.3	16.1	16.9	17.8	18.2	19.5	19.8

Tab. 2.5: Diameters at breast height (in cm) and height (in m) of 20 spruces (age: 60 years)

Estimate the volume in m^3 (cubic meter) of this stand. To do so, use this formula (customary in forest management):

$$V = C \cdot H \cdot F$$

C is defined as the sum of the tree's cross section surface at breast height, H as the medium height, and F as the shape number. Depending on the tree growth circumstances, the latter lies between 0.4–0.55. The form number of the respective tree species can be taken from tables. With respect to this stand, the shape number lies between 0.46 and 0.48. Why is it necessary to multiply with a shape number? What is being calculated when the shape number is left out?

- The felling site, 20 m × 100 m, is to be afforested with spruces, firs and beeches. How many of the respective trees are necessary for this? The recommended planting distances between trees are listed in table 2.6.

Tree Species	Recommended planting distance between trees		
	between rows		within rows
Spruce (*Picea abies*)	2.5	×	1.5
Fir (*Abies alba*)	2.5	×	1.5
Common Beech (*Fagus sylvatica*)	1.5	×	1

Tab. 2.6: Recommended planting distance between trees (in m)

- The costs for the young trees are listed in table 2.7. How much will it cost the landlord to buy trees for the afforestation of the felling site?

Species	Age/Height (cm)	Price
Fir (*Abies alba*)	4-years	0,60
	5-years	0,65
Spruce (*Picea abies*)	3-years	0,43
	4-years	0,48
	5-years	0,55
Common Beech (*Fagus sylvatica*)	20–40	0,63
	30–50	0,74
	50–80	0,97
	80–120	1,69

Tab. 2.7: Excerpt of a list of plant prices (in €)

The results should be presented in a report, which will be given to the landlord. To inform all future employees, your summarised results should be presented during the next morning meeting.

2.5 Nutzfläche

F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Im Planungsbüro einer Baufirma werden nicht nur Pläne erstellt, vielmehr müssen auch Informationen aus bestehenden Plänen entnommen werden.

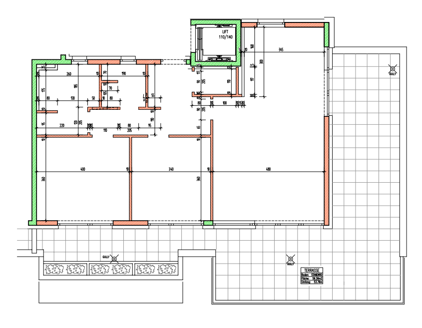


Abb. 2.5: Grundriss

Bei dieser Aufgabe arbeiten die Schülerinnen und Schüler als Angestellte einer Baufirma und sollen die Nutzfläche einer Wohnung berechnen. Für die Berechnung ist es notwendig, einzelne Räume in Rechtecke zu zerlegen. Unterschiedliche Zerlegungen sind möglich, daher gibt es mehrere Vorgehensweisen.

Am Ende übergeben die Angestellten ihrer Chefin eine kommentierte Berechnung der Nutzfläche.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 10–11

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#nutzflaeche

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- **Fragestellung:** Klare Fragestellung und klares Endprodukt, aber offener Lösungsweg. Es liegt ein beschrifteter Grundriss der Wohnung bereit.
- **Rolle der Schülerinnen und Schüler:** Die Schülerinnen und Schüler machen sich mit der Situation vertraut, führen das Problem auf ein einfacheres zurück (zerlegen, vereinfachen) und erklären ihre Vorgehensweise.

- **Lernkultur:** Arbeit in Gruppen, Ideenaustausch, schrittweises Arbeiten
- **Rolle der Lehrperson:** Die Lehrperson unterstützt die Schülerinnen und Schüler bei der Auswahl der Lösungswege, erklärt die Symbole im Grundriss.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Baufirma, Planungsbüro
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler sind Angestellte einer Baufirma oder eines Planungsbüros.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler lesen die Maße vom Grundriss ab, zerlegen die Wohnfläche, dokumentieren ihre Berechnung.
- **Produkt:** Am Ende steht eine Berechnung der Nutzfläche mit entsprechenden Kommentaren und gegebenenfalls hilfreicher Bezeichnung im Grundriss.

Leitfaden für die Lehrperson

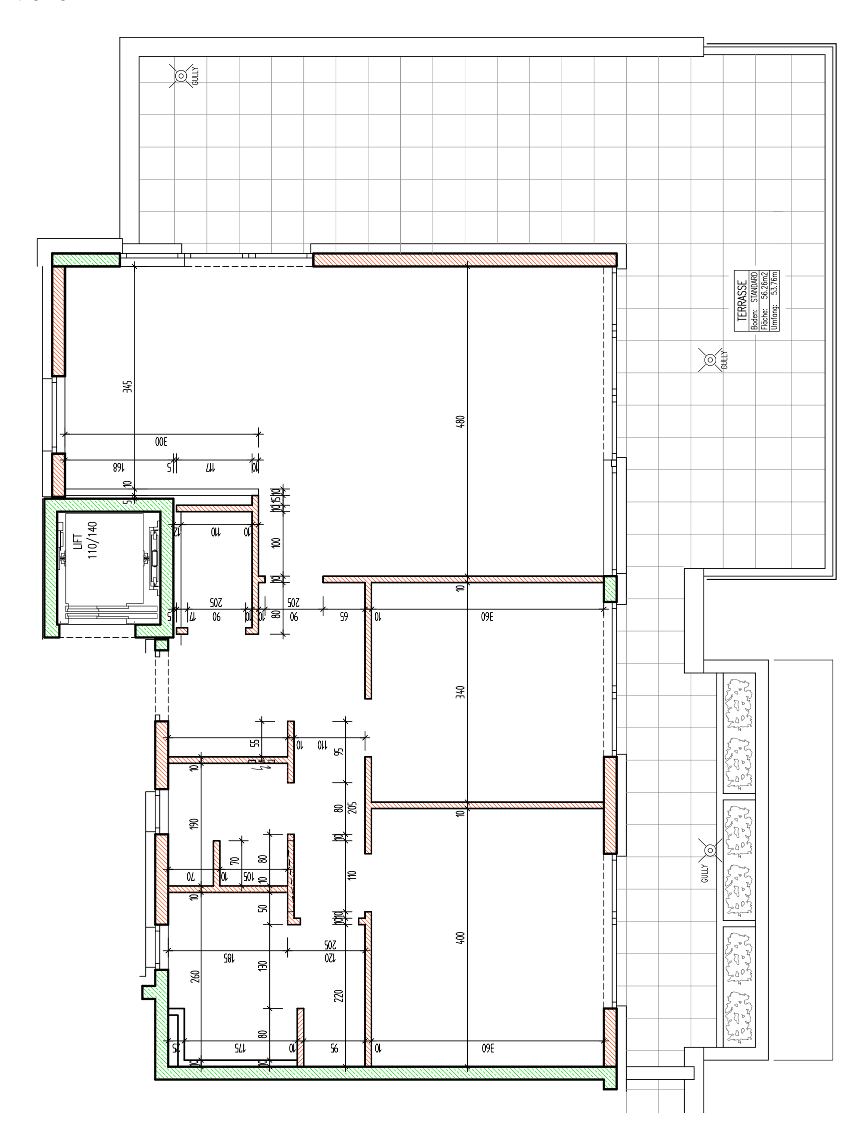
Der vorgegebene Grundriss bietet die Möglichkeit, die Nutzfläche auf unterschiedliche Arten zu berechnen. Im Mittelpunkt stehen dabei verschiedene Zerlegungen der Nutzfläche in Rechtecke. Hierbei können die Schülerinnen und Schüler über unterschiedliche Vorgehensweisen die Nutzfläche ermitteln. Das geforderte Produkt – Liste aller Räume mit zugehörigen Flächen – stellt ein klares Ziel dar und erleichtert den Vergleich der Ergebnisse. Diskussionen über Unterschiede in den Ergebnissen sollen dabei möglichst auf den Vergleich der Strategie bei der Behandlung der Aufgabe gelenkt werden.

Durch den authentischen Grundriss soll bei der Berechnung bewusst auf die Problematik, ob die Fläche unter den Türstöcken berücksichtigt werden muss oder nicht, hingewiesen werden, sofern dies nicht zuvor bereits von den Schülerinnen und Schülern als Frage aufgeworfen wird. Bei der Nutzfläche werden diese Flächen nämlich nicht berücksichtigt.

Problemstellung

Ihr arbeitet im Büro einer kleinen Baufirma. Von einer alten Wohnung liegt nur noch der folgende Plan vor. Die Chefin bittet euch, die Grundfläche der Wohnung zu bestimmen. Leider ist auch kein Maßstab angegeben.

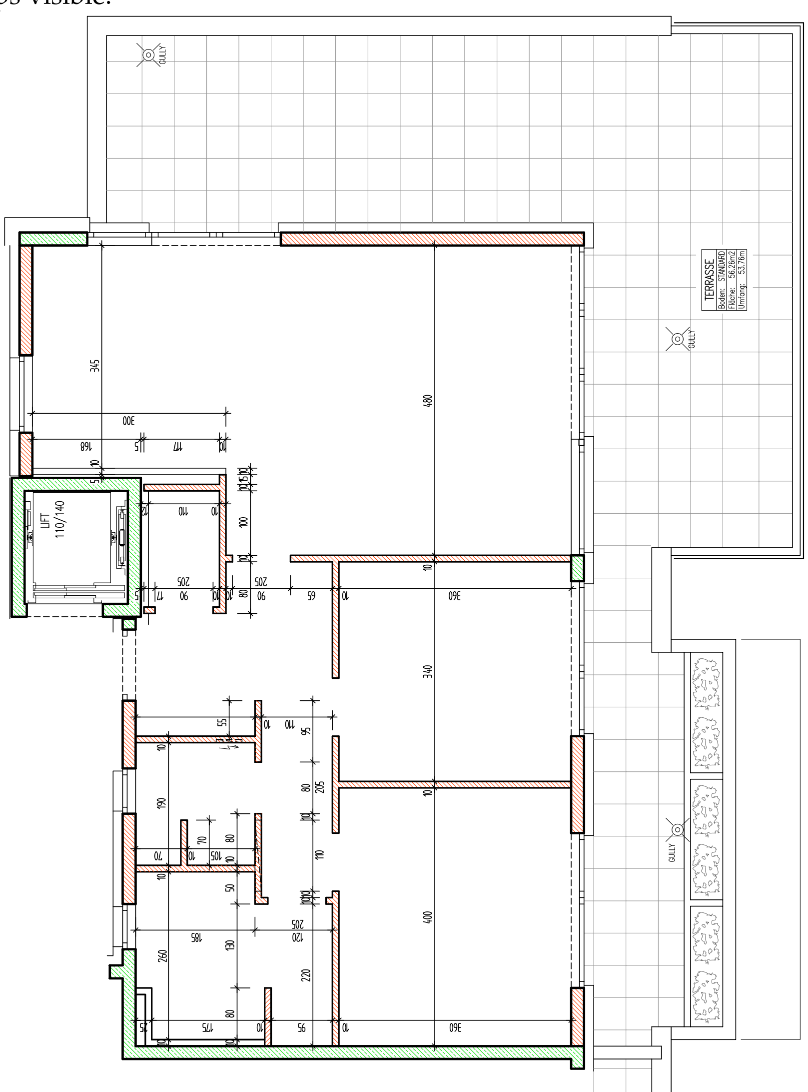
Die Chefin benötigt am Ende eine Liste mit allen Räumen und zugehörigen Flächen.



Task

You are working in the planning department of a building firm. Your boss asks you to find out what the "usable area" of an old flat is and gives you the attached blueprint of that flat. Unfortunately, there is no scale on the blueprint.

The boss needs a list with all rooms and their usable areas. Please make your steps visible.



2.6 Parkplätze

mascil-team Spanien, A. Girstmair, F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Die Planung eines Gebäudes ist eine vielschichtige Aufgabe. Architektinnen und Architekten entwerfen nicht nur das äußere Aussehen eines Gebäudes, sondern planen auch die verschiedenen Versorgungen (Elektrizität, Wasser, Heizung...), beachten die Ausrichtung des Gebäudes usw. Eine getroffene Entscheidung schränkt häufig die weitere Vorgehensweise ein.



Abb. 2.6: Tiefgarage

In dieser Aufgabe arbeiten die Schülerinnen und Schüler als Architektinnen und Architekten und planen die Einteilung eines Parkplatzes. Die Außenmaße und die Lage eines Gebäudes sind bereits vorgegeben und können daher nicht mehr geändert werden. Die Schülerinnen und Schüler entwerfen die Einteilung der Stellplätze. Zusätzlich müssen einige weitere Anforderungen an den Parkplatz berücksichtigt und fehlende Informationen eigenständig recherchiert werden.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe

Alter: 11–15

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#parkplaetze

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- Erkundung der Situation
- Interpretation und Bewertung der Ergebnisse
- Kommunikation und Präsentation

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Architekturbüro, Planungsbüro
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler arbeiten als Architektinnen und Architekten.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler planen die Anordnung der Parkplätze, fertigen eine Skizze an und zeichnen einen Plan.
- **Produkt:** Plan

Leitfaden für die Lehrperson

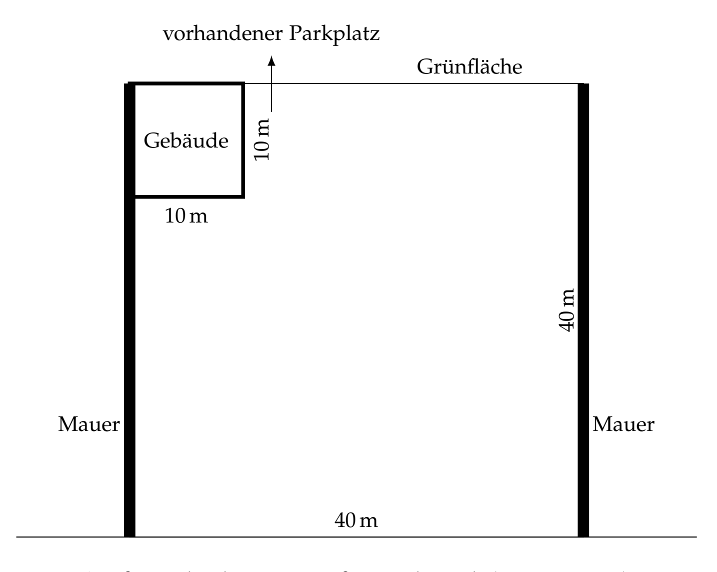
Bei dieser Aufgabe ist es empfehlenswert, dass die Schülerinnen und Schüler als Vorbereitung typische Maße eines Parkplatzes für Autos bzw. Motorräder recherchieren oder selbst abmessen. Bei ausreichend Zeit kann dies auch im Rahmen des Unterrichts stattfinden. Dabei können Themen wie Mittelwertbildung oder Maximalwert am Beispiel von Autobreite und -länge diskutiert werden.

Sobald die Daten vorliegen, und man sich auf gewisse Annahmen geeinigt hat, beginnt die Planungsphase der Schülerinnen und Schüler. Zunächst sollte die Aufmerksamkeit auf die Erstellung einer zulässigen Lösung, mit der alle Vorgaben erfüllt werden, gerichtet sein. Erst in einem zweiten Schritt soll die Planung dahingehend optimiert werden, dass möglichst viele Parkplätze eingerichtet werden.

Bei der Präsentation der Ergebnisse sollten die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, explizit auf die geforderten Vorgaben einzugehen und zu berichten, wie diese in den unterschiedlichen Varianten stets berücksichtigt werden.

Problemstellung

In der Stadt Lienz gibt es zu wenige Parkplätze. Deshalb beschließt der Gemeinderat den Ankauf eines Grundstücks in der Nähe des Stadtzentrums. Dort sollen zusätzliche Parkmöglichkeiten geschaffen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Skizze des Grundstücks mit den entsprechenden Abmessungen.



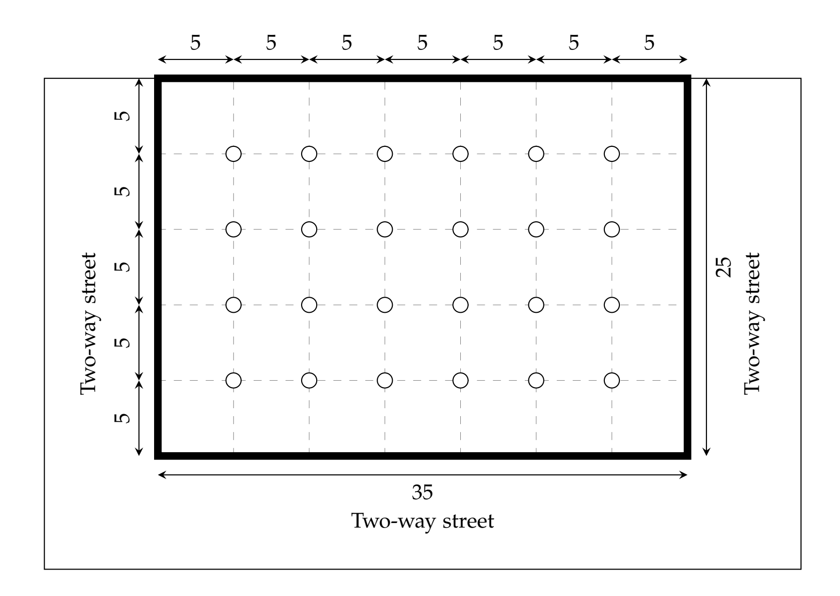
Ihr sollt die Planung des Parkplatzes durchführen! Berücksichtigt dabei folgende Vorgaben:

- Der Parkplatz soll straßenseitig eine Zufahrts- und Ausfahrtsmöglichkeit haben.
- Im linken hinteren Bereich soll am Gebäude entlang eine Durchfahrt zum vorhandenen Parkplatz möglich sein.
- Die Anzahl der Behindertenparkplätze soll der gesetzlichen Regelung entsprechen.

Task

In designing a block of apartments the architect has to work out how to distribute parking places in the design of the basement car-park.

The diagram shows a plan drawn to scale of the area available. All measurements are in metres.



Some constraints:

- There are to be two parking places for disabled people.
- There are to be six parking places for motorbikes.
- There has to be a 5 m × 5 m stairwell.
- There needs to be a ramp by which cars enter and exit. The maximum gradient of the ramp is to be 25 %.

Find a good design for this situation.

2.7 Schränke montieren

F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Bei der Verfassung einer Gebrauchsanleitung müssen viele mögliche Szenarien berücksichtigt werden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten als technische Redakteurinnen und Redakteure und überlegen sich Probleme bei der Montage von Schränken. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler nicht Einzelfälle betrachten, sondern sie überlegen sich eine allgemeine Behandlung der Fragestellung.



Abb. 2.7: Schrank

Anhand von Papier- oder Kartonmodellen stellen die Schülerinnen und Schüler Überlegungen an, mit deren Hilfe sie Lösungsvorschläge erarbeiten. Das Ziel besteht darin, für viele unterschiedliche Maße (Höhe, Breite und Tiefe) einer neuen Serie von Schränken beurteilen zu können, ob diese, in Abhängigkeit von der Raumhöhe, nach dem Zusammenbau noch gekippt werden können.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 12–13

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#schraenke-montieren

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- **Fragestellung:** Klare Fragestellung und klares Endprodukt, aber offener Lösungsweg. Es werden Materialien für einen erleichterten Einstieg angeboten.

- **Rolle der Schülerinnen und Schüler:** Die Schülerinnen und Schüler machen sich mit der Situation vertraut, führen das Problem auf ein einfacheres zurück (zerlegen, vereinfachen) und erklären ihre Vorgehensweise.
- **Lernkultur:** Arbeit in Gruppen, schrittweises Arbeiten
- **Rolle der Lehrperson:** Die Lehrperson stellt Materialien bereit, unterstützt die Schülerinnen und Schüler bei der Auswahl der Lösungswege.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Technische Redaktion/Möbelindustrie
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler arbeiten als technische Redakteurinnnen und Redakteure.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten vorab eine Vorgehensweise/Formel um einen größeren Auftrag schnell bearbeiten zu können.
- **Produkt:** Am Ende steht eine Formel oder ein Programm, die/das die gewünschte Minimalhöhe berechnet.

Leitfaden für die Lehrperson

Die Aufgabe kann als einfache, aber kontextbezogene Aufgabe zum Satz des Pythagoras eingesetzt werden. Dabei ist es empfehlenswert, den Fokus darauf zu legen, dass sich die Schülerinnen und Schüler anhand der vorliegenden Materialien eine Vorgehensweise überlegen, die es erlaubt, Schränke unterschiedlicher Maße (vgl. z. B. Tabelle 2.8) sehr schnell zu klären, ab welcher Raumhöhe die Schränke noch am Boden zusammengebaut werden können. Damit soll die Bedeutung einer Formel – diese soll hier für alle Schränke gelten – betont werden.

Des Weiteren ist es möglich, durch die Teilung entlang der Diagonalen von zwei gleichen Rechtecken – bei der Aufgabe gilt es ja, die Länge einer Diagonalen zu bestimmen – einen geometrischen Beweis des Satzes von Pythagoras mit einem Kontext zu verbinden.

Name	Breite [cm]	Tiefe [cm]	Höhe [cm]
Brimes	78	50	190
Brusali	131	57	190
Hemnes	120	59	197
Askvoll	80	52	189
Trysil	154	60	205
Tyssedal	88	58	208
Undredal	102	62	203
Aneboda	81	50	180
Dombas	140	51	181
Hurdal	109	50	137
Herefoss	105	52	198
Kvkne	120	57	190
Morvik	120	60	205
Fjell	110	64	208
Odda	120	55	200
IKEA PS 2014	101	60	187
Nornaes	56	44	202
Briem	80	55	180
PAX I	50	60	236.4
PAX II	100	60	236.4

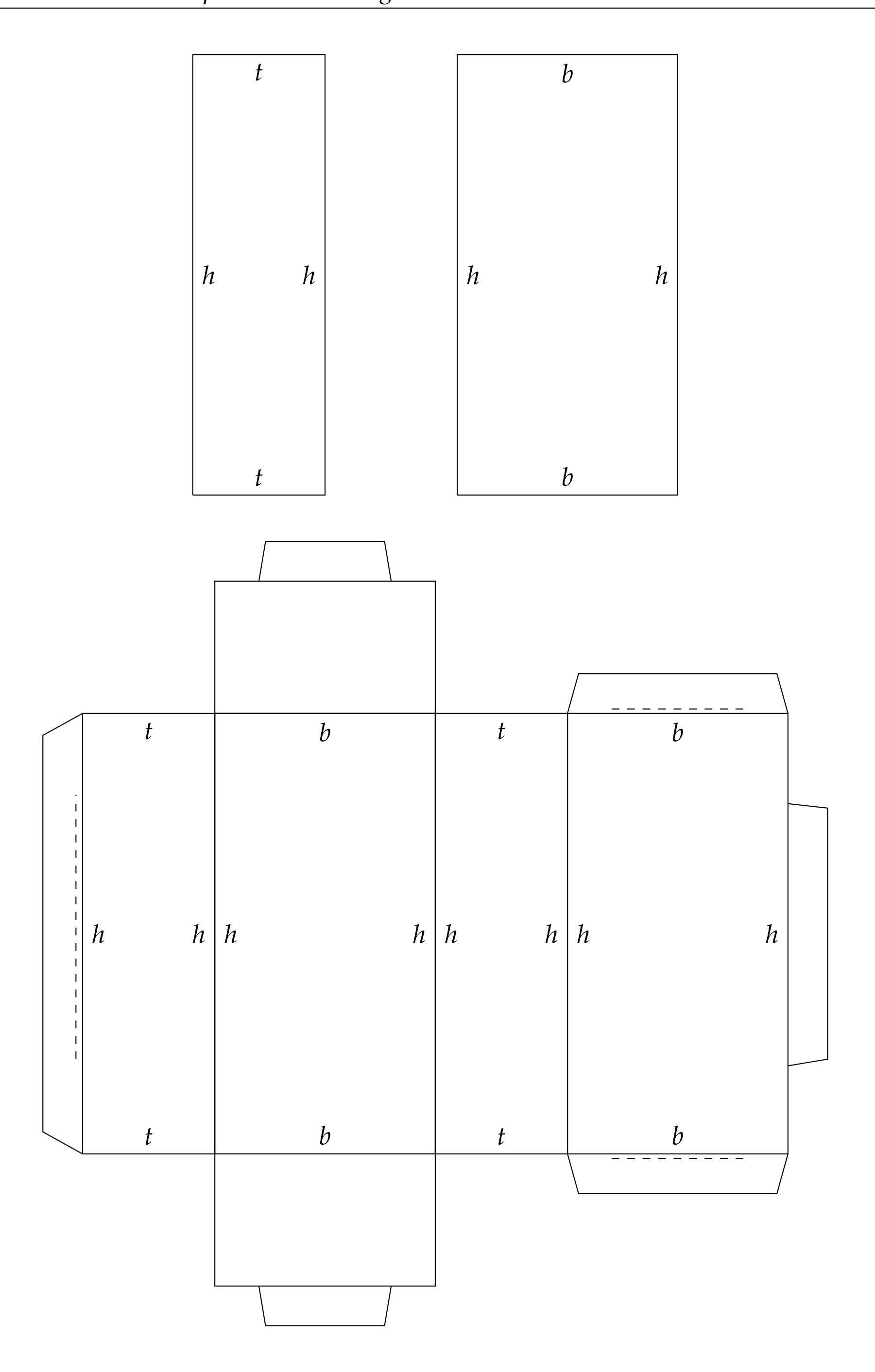
Tab. 2.8: IKEA (http://www.ikea.com) Schlafzimmermöbel (Auswahl) [aufgerufen am 5.11.2015]

Problemstellung

Ihr arbeitet als technische Redakteurinnen und Redakteure für eine große Möbelkette. Morgen bekommt ihr eine lange Liste mit Angaben für die Höhe, Breite und Tiefe einer neuen Serie von Schränken.

Die Schränke können entweder am Boden zusammengebaut werden oder bereits aufrecht an der Wand. Euer Vorgesetzter erwartet, dass ihr morgen schnell angeben könnt, ab welcher Raumhöhe die Schränke am Boden zusammengebaut werden können.

Benutzt das zur Verfügung gestellte Material, um mögliche Lösungen zu erarbeiten.


t
h
h
t
b
h
h
b
t
b
t
b
h
h
h
h
h
h
h
h
t
b
t
b

Task

You are a technical writer working for a large furniture store. Tomorrow you will receive a long list of sizes (height, width, depth) for a new series of wardrobes. The wardrobes can be either assembled on the floor or in an upright position against the wall. Your supervisor expects you to be able estimate quickly which minimal room height is needed for the wardrobes to be assembled on the floor.

Use the provided material to develop possible solutions.

2.8 Über die Treppe

J. Leichter, F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Für den Bau eines Einfamilienhauses sind viele Planungsschritte nötig. Bei dieser Aufgabe schlüpfen die Schülerinnen und Schüler in die Rolle von Angestellten einer Baufirma und erstellen Kalkulationen zu einer geplanten Treppe des Einfamilienhauses.



Abb. 2.8: Treppe

Zu Beginn erarbeiten die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen Schrittlänge, Stufenauftritt und Stufenhöhe beim Treppensteigen und drücken diesen in einer Formel aus. Sie argumentieren den Einsatz unterschiedlicher Stufenhöhen in verschiedenen Bauwerken. Anschließend berechnen sie die Maße der Kellertreppe ihres Projekts, welches von den Facharbeiterinnen und Facharbeitern auf der Baustelle umgesetzt werden wird.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I und II

Alter: 12–16

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#ueber-die-treppe

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- **Erkundung der Situation:** Die Schülerinnen und Schüler werden mit Informationen aus Text, Abbildungen und einer Tabelle konfrontiert. Sie müssen sich in die Situation der Aufgabenbeschreibung einfinden und eine Lösungsstrategie erarbeiten.

- **Interpretation und Bewertung der Ergebnisse:** Bei der Darstellung der Resultate werden Begründungen erwartet. Da die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse präsentieren, bewerten sie diese im Vorfeld und reflektieren ihre Lösungsstrategien.
- **Kommunikation und Präsentation:** Die Schülerinnen und Schüler sind in Gruppen mit 3 bis 4 Mitgliedern eingeteilt. Während der Arbeitsphase tauschen sie sich aus und präsentieren ihre Ergebnisse den anderen Angestellten in Form einer Baubesprechung.
- Forschergeist; Anwendung von Mathematik und Naturwissenschaft im wirklichen Leben; Verstehen, wie Mathematik in der Arbeitswelt genutzt wird
- Die Schülerinnen und Schüler versuchen Probleme zu lösen, nutzen ihr Wissen für die Lösungsfindung; sie reflektieren über Ergebnisse, entwickeln eigenes Verständnis, erkunden die Arbeitswelt.
- Konsens über Sinn und Ziel; gemeinsame Verantwortung; Zusammenarbeit
- Kontext ist sinnvoll und bedeutsam; Fragestellung ermöglicht unterschiedliche Lösungsstrategien; die Lernenden sind aktiv und eigenverantwortlich tätig; die Aufgabe fördert Zusammenarbeit und Kommunikation.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Die Aufgabe entstammt dem Bauwesen.
- **Rolle/Beruf:** Die Schülerinnen und Schüler sind Angestellte einer Baufirma (z. B. Tischlerin oder Maurer) und für Materialberechnung und Kostenkalkulation zuständig.
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mithilfe einer Abbildung den Zusammenhang zwischen menschlicher Schrittlänge, Stufenauftritt und Stufenhöhe. Sie überlegen, warum in verschiedenen Bauwerken unterschiedliche Stufenhöhen umgesetzt werden. Dazu benutzen sie Informationen aus einer Tabelle. Für die Berechnungen der Bemaßungen einer Kellertreppe müssen sie einen Ausschnitt eines Plans nachvollziehen und eine Vorgehensweise erarbeiten. Ihre Ergebnisse fassen sie zusammen und präsentieren sie den anderen Angestellten.
- **Produkt:** In Form einer schriftlichen Zusammenfassung halten die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse fest und stellen sie den anderen in einer kurzen Präsentation vor.

Leitfaden für die Lehrperson

Abhängig von der Schwerpunktsetzung ist es empfehlenswert, die Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung mit der Abmessung des Stufenauftritts und der Stufenhöhe von einigen Treppen zu beauftragen. Die erhobenen Daten können einerseits bei Diskussion des Zusammenhangs von Stufenauftritt und Stufenhöhe verwendet werden, andererseits dienen sie zur Überprüfung des in den einzelnen Schülerinnen- und Schülergruppen erarbeiteten Zusammenhangs zwischen jenen beiden Größen.

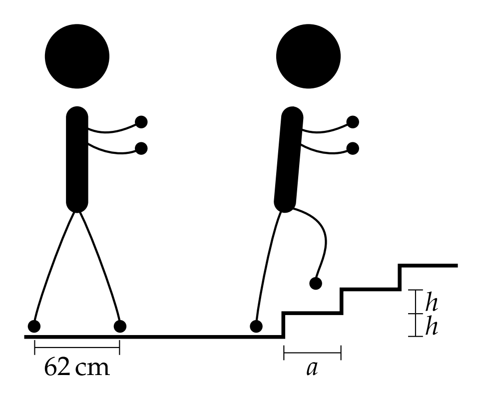
Die Formulierung einer Bedingung (Formel), die für alle *bequemen* Treppen gilt, stellt die Schülerinnen und Schüler vor eine gewisse Herausforderung, insbesondere wenn es ihre erste Erfahrung mit einer Gleichung mit zwei gesuchten Zahlen ist. Häufig sind die Schülerinnen und Schüler es gewohnt, eine Gleichung zu lösen und nicht eine Formel zu überprüfen. Die Schülerinnen und Schüler wollten meist eine Zahl ausrechnen.

Die Berechnung der Stufenanzahl für die Treppe bietet die Gelegenheit, mit den Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Vorgehensweisen zu besprechen bzw. die Schülerinnen und Schüler diese entdecken zu lassen. Dabei sind Skizzen und iteratives Vorgehen (unterschiedliche Stufenanzahl) erwünscht.

Problemstellung

Ihr seid Angestellte einer Baufirma und für die Kalkulationen eines Einfamilienhaus-Projekts zuständig. Bei diesem fehlt die Planung der Treppen. Es ist euer Ziel, die Treppenmaße anzugeben, um die Baukosten für den Auftraggeber besser abschätzen zu können.
Eure Ergebnisse sollen schriftlich festgehalten und den anderen Angestellten im Zuge einer internen Baubesprechung präsentiert werden.

- Eine Treppe setzt sich aus Stufen gleichen Stufenauftritts und gleicher Stufenhöhe zusammen. Um angenehmes Treppensteigen zu ermöglichen, stehen Stufenauftritt, Stufenhöhe und die durchschnittliche menschliche Schrittlänge in einem bestimmten Verhältnis zueinander.
  Versucht, die drei Größen mithilfe der Abbildung in Beziehung zu setzen.

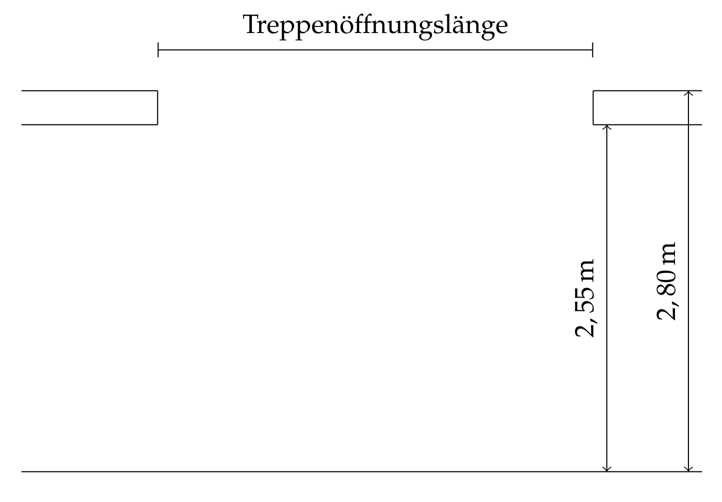


Zusammenhang zwischen Stufenauftritt (a), Stufenhöhe (h) und menschlicher Schrittlänge

Freitreppen, Schulen, Krankenhäuser, Kindergärten	14–16
Wohnhäuser	~ 17
Nebentreppen (Keller- und Bodentreppen)	18–20

Stufenhöhen [cm]

- Vergleicht die unterschiedlichen Stufenhöhen. Warum können Unterschiede sinnvoll sein? Was passiert mit dem zugehörigen Stufenauftritt?
- Eine gerade Treppe soll im Keller des geplanten Einfamilienhauses eingebaut werden. Der Schnitt durch diesen ist in der nächsten Abbildung zu sehen. Die Geschoßhöhe beträgt 280 cm.



Schnitt durch den Keller des Einfamilienhauses

Berechnet die Anzahl der nötigen Stufen, die Stufenhöhe und Stufenbreite. Bedenkt, dass alle Stufen dieselbe Höhe und denselben Stufentritt haben müssen.
Die Festlegung der Stufenanzahl entscheidet über die eigentlichen Höhen und Breiten.

Vor Treppenöffnungen dürfen auch Stufen gelegt werden, wobei die gesetzliche Durchgangshöhe (laut Bauvorschrift) zu beachten ist.
Wie viele Stufen können die Facharbeiterinnen und Facharbeitern vor die Treppenöffnung legen, wenn eine Durchgangshöhe von mindestens 2,20 m eingehalten werden muss? Berechnet den tatsächlichen Abstand zur Raumdecke (lichte Durchgangshöhe) bei der Vorlagerung der Stufen.

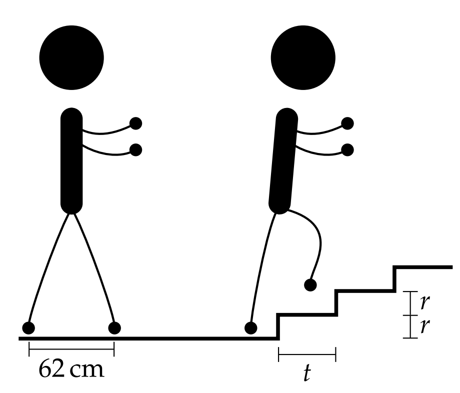
Task

The following terminology is commonly used in the building trade:

- Tread – the horizontal part of a step on which the foot is placed.
- Rise – the height between consecutive treads.

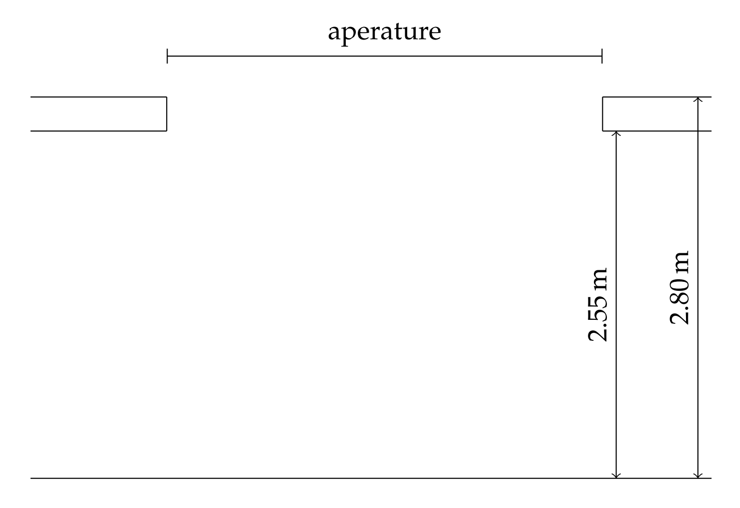
You are working in a planning division of a building company. You have to plan a safe staircase for a private domestic dwelling.

- A builder recommends a "rule of thumb" for building a staircase. How could the average step length, the tread and the rise be related? Look at the figure.



Realtion between rise (r), tread (t) and average average step length

- Using your rule, design a simple staircase suitable for an exact distance of 2.8 m from the ground floor to the first floor of a house.
  - How many treads and rises would you use?
  - What dimensions of treads and rises would you use and why?
  - What aperature in the first floor is needed?
  - What assumptions do you make?
  - What other factors might you need to consider in a real staircase design?



Cross section drawing of the ground floor

2.9 Verpackungen

E. Wurm, F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Verpackungstechnikerinnen und -techniker erstellen unter anderem neue Entwürfe für Verpackungen, die verschiedenen Ansprüchen genügen müssen. Dazu gehören ästhetische Ansprüche der Kundinnen und Kunden, der Schutz, die Lagerung und der Transport der verpackten Ware, die Möglichkeiten des Abpacken (maschinelles oder händisches Verpacken), aber auch eine einfache und kostengünstige Produktion.

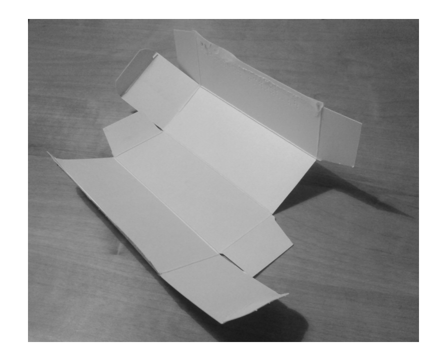


Abb. 2.9: Verpackung

Die Schülerinnen und Schüler sollen für einen speziellen Auftrag (quadratische Grundfläche und vorgebenes Volumen) begründen, warum ein Entwurf den Ansprüchen einer kostengünstigen Produktion entspricht. Basierend auf dem vorgeschlagenen Standard-Faltnetz kann der Kunde verschiedene Verpackungen realisieren.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe I

Alter: 13–14

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#verpackungen

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

- **Fragestellung:** Klare Fragestellung und klares Endprodukt, aber offener Lösungsweg, es werden Materialien für einen erleichterten Einstieg angeboten.

- **Rolle der Schülerinnen und Schüler:** Die Schülerinnen und Schüler machen sich mit der Situation vertraut, führen das Problem auf ein einfacheres zurück (zerlegen, vereinfachen) und erklären ihre Vorgehensweise.
- **Lernkultur:** Arbeit in Gruppen, schrittweises Arbeiten
- **Rolle der Lehrperson:** Die Lehrperson stellt Materialien bereit, unterstützt die Schülerinnen und Schüler bei der Auswahl der Lösungswege.

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Entwurf von Verpackungen aus Karton
- **Rolle/Beruf:** Verpackungstechnikerinnen und -techniker
- **Aktivität:** Ausgehend von geforderten Rahmenbedingungen entwerfen die Schülerinnen und Schüler das Design einer Schachtel.
- **Produkt:** Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse in Form einer Präsentation den Kundinnen und Kunden.

Leitfaden für die Lehrperson

Als Vorbereitung ist es empfehlenswert, die Schülerinnen und Schüler kleine, quaderförmige Verpackungen (z. B. von Arzneimitteln) – wenn möglich mehrere vom selben Typ – und Scheren mitbringen zu lassen, um dann am Beginn der Stunde unterschiedliche Faltnetze kennenzulernen. Dazu werden die Verpackungen vorsichtig an der Längslasche aufgetrennt und nebeneinander gelegt.

In einer ersten Phase können die unterschiedlichen Faltnetze mit dem Standard-Faltnetz der Aufgabe verglichen werden und gegebenenfalls die beiden Längen b und h bestimmt werden.

Die Bestimmung der optimalen Abmessungen kann auch lange vor der Differentialrechnung experimentell, zum Beispiel mithilfe eines einfachen Tabellenkalkulationsprogrammes oder von GeoGebra, näherungsweise bestimmt werden.

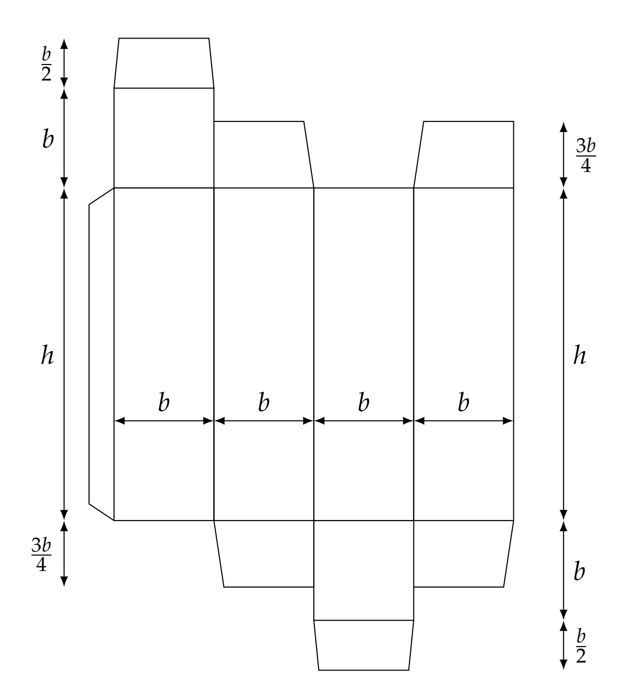
Ein Fokus bei der Behandlung der Aufgabe kann auch auf der Dokumentation des Lösungsprozesses liegen, der dann im Rahmen einer Präsentation den anderen Schülerinnen und Schüler vorgestellt wird.

Problemstellung

Ihr arbeitet als Beraterinnen und Berater bei einem Kartonagen-Hersteller für das Design von Verpackungen. Eine Pharmafirma möchte ein neues Medikament auf den Markt bringen. Die Schachtel soll eine quadratische Grundfläche besitzen. Ihr schickt der Pharmafirma als Vorschlag das unten abgebildete Standard-Faltnetz. Die beiden Abmessungen b und h können vom Kunden frei gewählt werden.

Arbeitsauftrag (alle Hilfsmittel sind erlaubt):

- Das Netz einer quadratischen Schachtel kann viele unterschiedliche Formen annehmen. Begründet, warum das unten abgebildete Netz in eurer Firma besonders häufig produziert wird. Gibt es andere häufig verwendete Netze? Wie könnte ein möglichst „schlechtes" Netz aussehen?
- Die Schachtel soll ein Volumen von $150\,\text{cm}^3$ aufweisen. Bestimmt die optimalen Abmessungen b und h, das heißt die Abmessungen, für die die Schachtel den kleinsten Materialverbrauch aufweist.
- Überlegt, welche anderen Einflüsse die Wahl der Abmessungen mitbestimmen. Welche alternativen Vorschläge habt ihr für zufriedenstellende Abmessungen?
- Stellt die Ergebnisse eurer Forschung bei der Vorstandssitzung der Pharmafirma in Form einer Präsentation vor. Welche Empfehlung gebt ihr dem Vorstand?



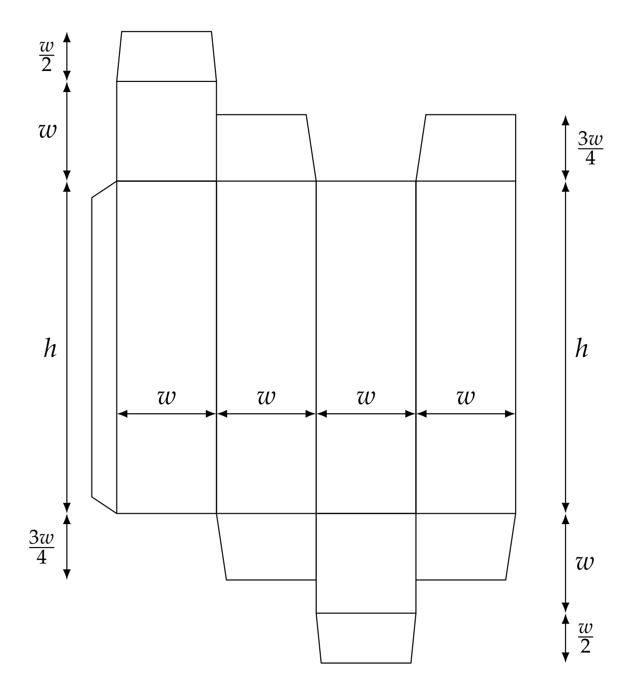
Task

You are working for a cardboard manufacturer and are responsible for the design of the cardboard boxes. A pharmaceutical company needs a box with a square base for a new drug. You send the following net to the company. The lengths w and h can be adapted freely.

In the communication with company different questions arise:

- The net of a square-based box may assume many different forms. Explain why the following net is commonly produced in your factory. Are there other nets that are commonly used? What would a "bad" net look like?
- The volume of the box should be $150\,\text{cm}^3$. Define best possible lengths for w and h to minimise the surface and consequently the use of material.
- Think about other factors that determine the lengths of w and h. Do you have any alternative suggestions for the measurements?

- Present your research results at the board meeting of the pharmaceutical company. What would you recommend to board members?



2.10 Maschinenbelegungsplanung

F. Stampfer

Allgemeine Beschreibung

Die Schülerinnen und Schüler schlüpfen in die Rolle von Maschinenbelegungsplanerinnen und -planern. Ziel ist es, die Reihenfolge von Produkten festzulegen, die nacheinander an zwei Maschinen bearbeitet werden.



Abb. 2.10: Schokoladenmasse

Die Bearbeitungszeiten der verschiedenen Produkte an den beiden Maschinen sind gegeben. Die Schülerinnen und Schüler sollen einen zulässigen Plan, das heißt, jedes Produkt wird zuerst an Maschine M_1 und anschließend an Maschine M_2 bearbeitet, erstellen. Dabei soll die sogenannte Zykluszeit, die Zeit, in der alle Produkte beide Maschinen einmal durchlaufen haben, minimiert werden. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren am Ende ihre Lösungen und beschreiben ihre Vorgehensweise.

Überblick

Schulart: Sekundarstufe II oder Fortbildungen

Alter: >15

Zeitbedarf: 2 Unterrichtseinheiten (100 min)

Link: http://mascil.science-edu.at/?go=task#maschinenbelegungsplanung

Aspekte des forschungsorientieren Lernens:

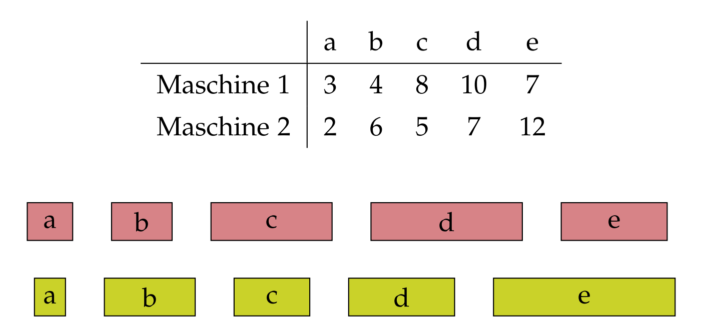
- Problemstellungen in eigene Worte fassen
- systematisches Arbeiten
- Reflexion der Vorgehensweise
- Interpretation und Bewertung der Ergebnisse
- Kommunikation und Präsentation

Bezug zur Arbeitswelt:

- **Kontext:** Planung von Produktionsprozessen in einer Schokoladenfabrik
- **Rolle/Beruf:** Maschinenbelgungsplanerinnen und -planer
- **Aktivität:** Die Schülerinnen und Schüler überlegen sich eine zulässige Lösung und optimieren diese dann hinsichtlich der Zykluszeit, es wird eine Vorgehensweise bei mehreren Sorten erarbeitet.
- **Produkt:** Maschinenbelegungsplan, Abfolge der einzelnen Sorten an den beiden Maschinen

Problemstellung

In einer Schokoladenfabrik werden verschiedene Schokoladesorten (Nuss, Nougat, Halbbitter, ...) hergestellt. Die einzelnen Sorten werden zunächst in Tafeln gegossen (Maschine 1) und dann verpackt (Maschine 2). Die Bearbeitungszeiten von fünf Sorten a, b, c, d, e an den beiden Maschinen sind gegeben.



	a	b	c	d	e
Maschine 1	3	4	8	10	7
Maschine 2	2	6	5	7	12

Für welche Anordnung der fünf Produkte ist die Zykluszeit, also jene Zeit, in der alle Produkte beide Maschinen einmal durchlaufen haben, am kleinsten? Beschreibe dein Vorgehen und suche eine möglichst *gute* Lösung! Stellt anschließend eure Vorgehensweise und Ergebnisse kurz den anderen Schülerinnen und Schülern vor.

Autorinnen und Autoren

Alois Girstmair	Lehrperson Bundes- und Bundesrealgymnasium Lienz
Suzanne Kapelari	Assoziierte Professorin Institut für Fachdidaktik, Universität Innsbruck und AECC Biologie, Universität Wien
Martin Scheuch	Universitätsassistent (PostDoc) AECC Biologie, Universität Wien
Wilhelm Lindner	Dozent Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Wien
Johanna Leichter	Lehrperson Öffentliches Gymnasium der Franziskaner Hall
Susanne Rafolt	Universitätsassistentin (Disserationsstelle) Institut für Fachdidaktik, Universität Innsbruck
Carina Schieder	Wissenschaftliche Mitarbeiterin Universität Wien
Florian Stampfer	Universitätsassistent (PostDoc) Institut für Fachdidaktik, Universität Innsbruck
Julia Varga	Wissenschaftliche Mitarbeiterin AECC Biologie, Universität Wien
Ilse Wenzl	Mitverwendete Lehrperson und wissenschaftliche Mitarbeiterin am AECC Biologie, Universität Wien
Elmar Wurm	Lehrperson Bundesrealgymnasium Steyr

Das vorliegende Buch „Forschungsorientiertes Lernen im Biologie- und Mathematikunterricht“ richtet sich an Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe sowie an Lehrende, die in der Aus- und Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern tätig sind. Es enthält eine Sammlung von konkret ausgearbeiteten Unterrichtsbeispielen, die im Rahmen von Aus- und Fortbildungen entwickelt und von Lehrenden auf ihre Praxistauglichkeit getestet wurden. Die Problemstellungen werden hier sowohl im Lehrplan als auch im berufsbezogenen Umfeld eingebettet und hinsichtlich Zielsetzung, Planung, Durchführung und möglicher Ergebnisse beschrieben. Lehrerinnen und Lehrer können die Vorschläge entweder direkt übernehmen oder diese als Anregung für die Gestaltung von eigenen forschungsorientierten Unterrichtseinheiten verwenden. Zu allen Modulen werden fachdidaktisch-theoretische Grundlagen erläutert und weiterführende Literatur bzw. Links angeboten.


ISBN 978-3-903122-72-7
9 783903 122727